

BEST AVAILABLE COPY

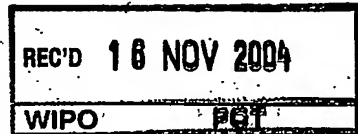


FROLY/1968

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE



Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 25 OCT. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 • W / 210502

REMISE DES PIÈCES DATE 8 Août 2003 LIEU IS INPI PARIS F N° D'ENREGISTREMENT 0305798 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 8 AOÛT 2003		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE A QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE CABINET BEAU DE LOMENIE 232 Avenue du Prado 13295 MARSEILLE CEDEX 8	
Vos références pour ce dossier (facultatif) H52 314 CAS 33			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
<input checked="" type="checkbox"/> Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Demande de brevet initiale ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
<input type="checkbox"/> Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale		<input type="checkbox"/> N° _____ Date _____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Dispositif de liaison fond-surface comportant une articulation flexible étanche entre un riser et un flotteur.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTERIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		SAIPEM S.A	
Prénoms			
Forme juridique		Société Anonyme	
N° SIREN		3 0 2 5 8 8 4 6 2	
Code APE-NAF		4 5 2 C	
Domicile ou siège	Rue	1/7 Avenue San Fernando	
	Code postal et ville	17 8 1 8 01 MONTIGNY LE BRETONNEUX	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		FRANÇAISE	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

REMISE DES PIÈCES
DATE 8 Août 2003
LIEU 0309798
N° D'ENREGISTREMENT
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W / 210502

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)	
Nom	THIBAUT
Prénom	Jean-Marc
Cabinet ou Société	CABINET BEAU DE LOMENIE
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	94-0312
Adresse	Rue 232, Avenue du Prado
	Code postal et ville 13 12 19 15 MARSEILLE CEDEX 8
	Pays FRANCE
N° de téléphone (facultatif)	04 91 76 55 30
N° de télécopie (facultatif)	04 91 77 97 09
Adresse électronique (facultatif)	
7 INVENTEUR(S)	
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
8 RAPPORT DE RECHERCHE	
Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
Établissement immédiat ou établissement différé	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES	
Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG	
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS	
<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences	
Le support électronique de données est joint	<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe	<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes	
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)	
THIBAUT Jean-Marc (CPI 94-0312)	
VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

Page suite N° 1.../1...



Réservé à l'INPI

REMISE DES PIÈCES
DATE

8 Avril 2003

LIEU

N° D'ENREGISTREMENT

0309798

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 829 @ W / 010702

Vos références pour ce dossier (facultatif)

4 DECLARATION DE PRIORITE
OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE
DEMANDE ANTERIEURE FRANÇAISE

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

Pays ou organisation

Date

N°

5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☒ Personne morale

☐ Personne physique

Nom
ou dénomination sociale

TECHLAM SA

Prénoms

Forme juridique

Société Anonyme

N° SIREN

314716101121211

Code APE-NAF

21511E

Domicile
ou
siège

Rue

1, rue de l'Industrie

Code postal et ville

61817010 CERNAY

Pays

FRANCE

Nationalité

FRANCAISE

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)

☐ Personne morale

☐ Personne physique

Nom
ou dénomination sociale

Prénoms

Forme juridique

N° SIREN

Code APE-NAF

Domicile
ou
siège

Rue

Code postal et ville

Pays

Nationalité

N° de téléphone (facultatif)

N° de télécopie (facultatif)

Adresse électronique (facultatif)

11 SIGNATURE DU DEMANDEUR
OU DU MANDATAIRE

(Nom et qualité du signataire)

THIBAUT Jean-Marc
(CPI 94-0312)

VISA DE LA PRÉFECTURE
OU DE L'INPI

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI

Dispositif de liaison fond-surface comportant une articulation flexible étanche entre un riser et un flotteur.

La présente invention concerne le domaine connu des liaisons
5 fond-surface du type comportant une conduite sous-marine verticale, appelée riser, reliant le fond de la mer à la surface; de préférence jusqu'à un support flottant installé en surface.

Dès que la profondeur d'eau devient importante l'exploitation des champs de production notamment des champs pétroliers
10 s'effectue en général à partir d'un support flottant. Ce support flottant comporte en général des moyens d'ancrage pour rester en position malgré les effets des courants, des vents et de la houle. Il comporte aussi en général des moyens de stockage et de traitement du pétrole ainsi que des moyens de déchargement vers des
15 pétroliers enleveurs. L'appellation de ces supports flottants est le terme anglo-saxon "Floating Production Storage Offloading" (signifiant "moyen flottant de stockage, de production et de déchargement") abrégé par "FPSO". De nombreuses variantes ont été développées tels les SPARS, longs cigares flottants maintenus
20 en position par des ancrages caténaires, ou encore les TLPs, plates-formes à lignes d'ancrage tendues, lesdites lignes étant en général verticales.

Les têtes de puits sont souvent réparties sur la totalité du champ et les conduites de production, ainsi que les lignes
25 d'injection d'eau et les câbles de contrôle commande, sont déposées sur le fond de la mer en direction d'un emplacement fixe, à la verticale duquel le support flottant est positionné en surface.

Certains puits sont situés à la verticale du support flottant et l'intérieur du puits est alors accessible directement depuis la
30 surface. Dans ce cas, la tête de puits équipée de son "arbre de Noël" peut être installée en surface, à bord du support flottant. On peut alors effectuer, à partir d'un derrick installé sur ledit support

flottant, toutes les opérations de forage, de production et de maintenance du puits pendant toute la durée de vie dudit puits. On parle alors de tête de puits sèche.

Pour maintenir le riser équipé de sa tête de puits sèche en position sensiblement verticale il convient d'exercer une traction vers le haut qui peut être appliquée, soit par un système de tensionnement à câbles à l'aide de treuils ou de vérins hydrauliques installés sur le support flottant, soit à l'aide de flotteurs répartis le long du riser et installés à diverses profondeurs, soit encore par une combinaison des deux.

Le riser est mis en tension par ces flotteurs et se trouve guidé, de préférence au niveau du support flottant, par des guidages à rouleaux situés dans un plan, de préférence unique, permettant le maintien et le guidage d'un riser par rapport au support flottant. Des moyens de tensionnement à câbles jouant le rôle de guidage peuvent être utilisés.

On connaît dans FR 2 754 021 un dispositif de guidage d'un riser muni de flotteurs en tête comprenant des roulettes permettant le coulissement vertical du riser, ainsi que sa rotation autour d'un axe horizontal et guidant ses déplacements horizontaux, de sorte que les mouvements de translation horizontale du riser suivent substantiellement ceux du support flottant. On connaît aussi dans FR 99 10417 et WO/2001-11184 un dispositif de guidage perfectionné comprenant des roulettes et des patins de frottement disposés radialement autour de la conduite. Ce dispositif de maintien et de guidage de la partie immergée en surface d'un riser vertical, notamment au sein d'une baie de forage, permet de minimiser les efforts de réaction entre ledit riser et la structure de supportage solidaire de la barge. On connaît enfin divers systèmes de guidage impliquant des tensionnements par câble.

La profondeur d'eau de certains champs pétroliers dépassant 1 500m et pouvant atteindre 3 000m, le poids des risers sur de

telles hauteurs nécessite leur maintien en position, des efforts pouvant atteindre et dépasser plusieurs centaines de tonnes. On utilise des éléments de flottabilité de type "bidon" rajoutés à des structures immergées, principalement sur les risers reliant la surface aux ultra grands fonds (1000-3000m). La conduite sous-marine consiste alors en une colonne montante comportant une conduite sous-marine assemblée à au moins un flotteur comportant un bidon coaxial entourant ladite conduite et traversé par ladite conduite.

Les flotteurs concernés sont de grandes dimensions avec notamment un diamètre supérieur à 5m, et une longueur de 10 à 20m et possèdent des flottabilités pouvant atteindre 100 tonnes, et ils sont en général disposés en chapelet l'un en dessous de l'autre.

Le flotteur et la conduite sont soumis aux effets de la houle, du courant, mais étant raccordés au FPSO en surface, sont aussi indirectement soumis aux effets du vent. Il en résulte des mouvements latéraux et verticaux importants (plusieurs mètres) de l'ensemble riser-flotteur-barge, surtout dans la zone sujette à la houle. Ces mouvements engendrent des efforts différentiels importants entre le riser et le flotteur. De plus les courbures prises par le riser créent des moments de flexion extrêmement importants dans la zone de changement d'inertie consistant dans le raccordement entre le riser et le flotteur.

De manière à minimiser les efforts engendrés par le courant et la houle agissant sur l'ensemble riser-flotteur, les flotteurs sont en général circulaires et sont installés autour du riser et coaxialement à ce dernier.

En outre les flotteurs sont en général fixés sur le riser de manière à ce que la liaison riser-flotteur assure l'étanchéité du dit flotteur et puisse confiner le gaz de remplissage. La solution couramment employée consiste à encastrier par soudage, en partie

haute comme en partie basse, le flotteur au riser. De multiples renforts sont rajoutés pour assurer la résistance de l'ensemble.

5 Au niveau de cette liaison entre le riser et le flotteur, l'inertie de l'ensemble varie de manière considérable lorsque l'on passe de la section du riser à la section du flotteur.

10 Ces variations importantes d'inertie conduisent à des mauvaises répartitions de contraintes, ce qui engendre des zones très localisées où les contraintes peuvent devenir inadmissibles et engendrer, soit des phénomènes de rupture brutale, soit des phénomènes de fatigue conduisant à l'apparition de fissures puis à la ruine. Ces contraintes localisées nécessitent pour renforcer la zone sensible, l'utilisation de pièces de transition, en général de forme conique et de grandes dimensions, appelées "tapered joints". Ces pièces peuvent atteindre dans certains cas 10m de longueur et
15 nécessitent dans le meilleur des cas l'utilisation d'aciers à très hautes performances. Mais bien souvent, il faut avoir recours à l'utilisation du titane qui est environ 5 à 10 fois plus coûteux que les meilleurs aciers. De plus les pièces sont en général de formes complexes et la qualité de réalisation doit être extrême de manière
20 à fournir le service attendu pendant toute la durée de vie de ces équipements qui dépasse couramment 25 ans.

On connaît dans US 3 952 526 et US 3 981 357 des systèmes de jonction entre des réservoirs-flotteurs et risers, dans lesquels on utilise des pièces en matériau élastomère.

25 Ces systèmes de flottabilité permettent de réduire le système de tensionnement situé à bord du support flottant et ils sont en général répartis sur une grande hauteur de la tranche d'eau, de plus ils présentent une flottabilité réduite de quelques centaines de kg, voire d'une tonne ou deux.

30 Les jonctions sont situées dans la partie haute du flotteur, la partie basse du flotteur étant en général ouverte. De tels dispositifs

peuvent transférer des charges correspondant à l'allègement d'une longueur limitée de conduite, mais ils ne conviennent pas pour des flotteurs destinés à supporter, seuls sans l'adjonction de systèmes de tensionnement complémentaires solidaires du support flottant, une très grande longueur de riser, par exemple 500 à 1000 m, voire plus, tels qu'on les rencontre sur les champs pétroliers en mer par grande profondeur, c'est à dire notamment au-delà de 1000 m. En effet, la flottabilité nécessaire pour assurer un tensionnement exclusivement par flotteurs, nécessite de transférer des efforts considérables verticalement et transversalement, lesdits efforts verticaux appliqués en tête de riser pouvant atteindre plusieurs centaines de tonnes, notamment de 300 à 500 tonnes.

Dans WO/2001-04454 au nom de la demanderesse, il est décrit un nouveau type de jonction entre le riser et le bidon qui permette de supporter et de transférer de fortes charges tout en palliant les inconvénients des flotteurs précités assemblés autour de ladite conduite par encastrage.

Ce moyen de jonction (riser-flotteur) est simple, flexible et fiable mécaniquement et réduit les phénomènes de fatigue et d'usure dus aux contraintes agissant au niveau de la jonction soumise à des charges de plusieurs centaines de tonnes.

Plus particulièrement, le brevet WO-2001-04454 de la demanderesse, décrit un chapelets de flotteurs entourant un riser vertical, lesdits flotteurs étant équipés à au moins l'une de ses extrémités d'un joint flexible comprenant des butées lamifiées permettant, tout en assurant l'étanchéité et le transfert de charges, de découpler les inerties de la structure dudit flotteur et dudit riser, de telle manière qu'il n'y a quasiment plus de zone d'accumulation de contrainte dans la zone de transition entre ledit flotteur et ledit riser, permettant ainsi de réduire la complexité de la structure de raccordement ainsi que son poids propre, améliorant alors de

manière considérable le rendement du flotteur, c'est à dire sa flottabilité propre par rapport à son poids propre.

Plus précisément encore, dans WO/2001-04454, lesdites butées lamifiées comprennent :

- 5 - une butée lamifiée tronconique constituée d'une pluralité de couches d'élastomère et de renforts rigides en forme de rondelles ou de forme tronconique superposées, et comportant une platine rigide de forme tronconique s'inscrivant dans une surface enveloppe tronconique, ladite platine tronconique surmontant ladite pluralité de
- 10 couches élastomère et renforts rigides superposés, et/ou
- une butée lamifiée cylindrique constituée d'une pluralité de couches élastomère et de renforts rigides de forme tubulaire coaxiales adjacentes.

Le courant agit sur la hauteur totale du riser, depuis le fond de

15 la mer jusqu'au niveau de la surface, mais la houle n'agit que dans une zone proche de la surface et décroît de manière sensiblement exponentielle pour devenir quasiment nulle vers 80-120m de profondeur. Ainsi, dans le cas d'un chapelet de flotteurs

indépendants les uns des autres tel que décrit dans WO-2001-

20 04454, les flotteurs supérieurs se trouvent soumis à des efforts considérables, tant latéraux que verticaux, car les effets de la houle sont très importants dans les zones proches de la surface, alors que les flotteurs inférieurs sont beaucoup moins sollicités. Les dimensions unitaires des flotteurs sont limitées car ils doivent

25 pouvoir être manipulés à bord de la barge, puis introduits dans le derrick pour être descendus dans la baie de forage. Ainsi, dans les très grandes profondeurs, par exemple 2000 à 3000m, le poids du riser est tel qu'un nombre élevé de flotteurs est requis, par exemple

30 4 ou 5 flotteurs représentant une flottabilité globale de 400 à 500 tonnes et s'étendant sur une hauteur d'environ 100 m.

Chacun de ces flotteurs doit être équipé de butées lamifiées de manière à transférer un minimum de contraintes au riser vertical,

qui est un élément très critique de la liaison fond surface, car il doit non seulement résister à des tensions très élevées, mais aussi résister à la pression d'éclatement créée par le fluide transporté, ainsi qu'à pression d'implosion créée par l'eau de mer.

5 Cette flottabilité répartie en une multitude de flotteurs indépendants nécessite la mise "en œuvre de nombreuses butées lamifiées dont le coût est élevé. De plus, la houle crée des efforts différentiels entre deux flotteurs adjacents, efforts qui viennent s'ajouter aux efforts considérables que subit le riser à chaque
10 discontinuité entre riser et flotteur.

On cherche ainsi à minimiser le nombre de flotteurs, mais, lorsqu'ils deviennent de dimensions importantes, la zone de transition entre l'extrémité inférieure du flotteur et le riser concentre des efforts de poussée horizontale considérables qui nécessitent le
15 renforcement dudit riser par une pièce de transition constituée d'une pièce forgée renforcée conique de grande longueur, très difficile à fabriquer et donc très onéreuse, car réalisée en général en un métal à très hautes performances, tel le titane. Lorsque le
20 flotteur est unitaire, cette pièce devient alors énorme lorsque la profondeur d'eau est importante, et les risques de défaillance liés à cette pièce de transition deviennent alors très élevés et donc inacceptables, en raison des risques considérables de pollution en cas de défaillance ou de rupture de ladite liaison fond-surface.

D'autre part, l'intégralité du riser se comporte comme une
25 corde tendue entre le fond de la mer et le point situé à l'axe du système de guidage au niveau du support flottant avec des phénomènes vibratoires de type guitare-pendule. L'eau en mouvement dans la tranche d'eau crée des effets de traînée sur la structure du riser et de ses flotteurs, engendrant de ce fait des
30 efforts importants de direction variable, ainsi que des phénomènes vibratoires créés par des décrochements tourbillonnaires des particules d'eau en mouvement.

On connaît le brevet WO-2001-53651 de la demanderesse qui décrit un dispositif stabilisateur d'une liaison fond-surface de type riser tensionné par un flotteur, ledit riser tendu étant guidé au niveau d'un support en surface, de préférence en un plan unique. Cedit dispositif de stabilisation permet d'éviter l'apparition de phénomènes vibratoires de type guitare-pendule, évitant de ce fait les accumulations de fatigue localisée de l'acier rencontrés habituellement dans la zone de transition entre le flotteur inférieur et la portion de riser située juste en dessous dudit flotteur, lesdits phénomènes de fatigue conduisant rapidement à des fissurations puis à une rupture de l'installation.

Cedit dispositif stabilisateur ne permet pas cependant d'éviter le recours à ces pièces de transition renforcées, en général forgées et de forme conique en acier ou en titane, ces dernières étant particulièrement performantes sur le plan résistance et fatigue, mais particulièrement onéreuses en raison du coût matière et de la complexité de réalisation.

Le but de la présente invention est donc de fournir un nouveau type de jonction entre un riser et un flotteur qui améliore le comportement à la fatigue au niveau de la zone la plus sollicitée à l'extrémité inférieure du flotteur en réduisant la probabilité d'occurrence d'un phénomène de destruction du riser et/ou du moyen de jonction à ce niveau.

Un autre but de la présente invention est de fournir un nouveau type de jonction entre un riser et un flotteur qui soit simple à mettre en place lors de la pose d'un dispositif de liaison fond-surface.

Un autre but de la présente invention est de fournir un nouveau type de jonction entre un riser et un flotteur qui permette d'éviter le recours à une pièce de transition renforcée dans la zone entre l'extrémité inférieure du flotteur et la portion du riser située juste en-dessous.

Un autre but de la présente est la réalisation de la flottabilité d'un dispositif de liaison fond-surface à partir d'un flotteur unique.

Un autre but de la présente invention est de fournir un nouveau type de jonction entre un riser et un flotteur qui permette
5 de pouvoir contrôler les fissurations éventuelles et donc la perte d'étanchéité au niveau du riser dans ladite zone de jonction et/ou au niveau des moyens de jonction eux-mêmes.

Pour ce faire, la présente invention fournit un dispositif de liaison fond-surface comportant au moins une conduite sous-marine
10 ou riser pouvant comprendre un flotteur unique, ledit flotteur étant relié à son extrémité inférieure à un dispositif de jonction créant une articulation flexible étanche entre l'extrémité inférieure du flotteur et ledit riser, ledit dispositif de jonction étant intercalé entre et solidarisé à une partie inférieure de riser descendant vers le fond
15 de la mer et une partie supérieure de riser traversant ledit flotteur et remontant en surface, ledit dispositif de jonction comprenant au moins :

- une première pièce forgée de révolution solidarisée à l'extrémité supérieure de la partie inférieure du riser, et formant une
20 section de conduite tubulaire interne sensiblement de même diamètre que celui de ladite partie inférieure de riser, et

- une deuxième pièce forgée de révolution solidarisée à l'extrémité inférieure de ladite partie supérieure de riser, et formant une section de conduite tubulaire interne sensiblement de même
25 diamètre que celui de ladite partie supérieure de riser,

- les deux dites première et deuxième pièces forgées étant reliées de manière flexible et étanche par au moins une bride de révolution solidarisée de manière étanche et réversible à ladite deuxième pièce forgée et reliée à ladite première pièce forgée par
30 au moins une première butée lamifiée de révolution, de forme tronconique ou de préférence de section sphérique.

Plus précisément, la présente invention fournit un dispositif de liaison fond-surface comportant une conduite sous-marine ou riser tensionné par au moins un flotteur constitué d'un bidon d'enveloppe cylindrique coaxial entourant ladite conduite, localisé dans la partie haute immergée de ladite conduite, ladite conduite étant de

5 préférence maintenue et guidée par un dispositif de guidage en surface au niveau d'un support flottant, et comportant un dit dispositif de jonction dudit bidon, caractérisé en ce que :

- 10 - ladite première pièce forgée présente dans sa partie haute une première surface extérieure convexe de révolution tronconique ou de préférence de forme de section sphérique centrée en point O situé sensiblement sur l'axe longitudinal ZZ' dudit riser, et
- ladite deuxième pièce forgée de révolution solidarisée à l'extrémité inférieure de ladite partie supérieure de riser, de
- 15 préférence par une soudure, présente dans sa partie basse une première surface inférieure de révolution, et
- ladite première bride de révolution présente :
 - une première surface interne concave de révolution tronconique ou de préférence de section sphérique sensiblement centrée au
 - 20 même point O que ladite première surface externe convexe de révolution, lesdites première surface interne concave de la première bride et première surface externe convexe de la première pièce forgée coopérant élastiquement et de manière étanche par l'intermédiaire d'une dite première butée lamifiée de
 - 25 révolution tronconique ou de préférence de forme de section sphérique centrée sensiblement sur le même point O comprenant une pluralité de couches d'élastomère en sandwich entre des renforts en matériau rigide en feuilles, notamment de feuilles d'acier, qui adhèrent aux dites première surface interne
 - 30 concave et première surface externe convexe assurant ainsi la liaison entre ladite première bride de révolution et ladite première pièce forgée, et

■ au moins une partie d'une surface supérieure de révolution
 coopérant de manière étanche , de préférence par
 l'intermédiaire d'un joint torique, avec ladite surface inférieure
 de révolution de ladite deuxième pièce forgée de révolution,
 5 lesdites parties de surface supérieure de révolution de ladite
 première bride et dite surface inférieure de ladite deuxième
 pièce forgée étant solidarisées de manière étanche et
 réversible, de préférence par boulonnage, et
 - ladite enveloppe externe du flotteur étant solidarisée à une
 10 surface de révolution supérieure de ladite deuxième pièce forgée ou
 à une surface de révolution supérieure d'une deuxième bride de
 révolution dont une surface inférieure de révolution est elle-même
 solidarisée de manière étanche et réversible, de préférence par
 boulonnage et joint torique avec une partie de ladite surface
 15 supérieure de révolution de ladite première bride.

De par sa composition intercalée entre deux parties de riser
 d'une part et comprenant différentes pièces forgées et brides
 solidarisées les unes aux autres, le dispositif de jonction selon la
 présente invention est particulièrement aisé à mettre en place lors
 20 de l'installation du dispositif de liaison fond-surface.

D'autre part et surtout, le dispositif de jonction selon la
 présente invention fournit une articulation flexible étanche
 particulièrement efficace, car lors des mouvements dus à la houle et
 aux courants du flotteur associé au riser 1, la liaison articulée entre
 25 le flotteur et le riser autorise des rotations tout en maintenant la
 partie inférieure du riser en tension. En effet, la forme sphérique de
 ladite première butée lamifiée a un effet auto-centreur et
 l'intégralité de la force de tensionnement créée par le flotteur qui
 peut dépasser 500 tonnes, est transférée au riser de manière
 30 uniformément répartie, par simple déformation. Lorsque le
 dispositif de liaison prend un angle α , les déformations des butées
 lamifiées restent sensiblement uniformes et les contraintes

engendrées au sein des divers éléments de la butée lamifiée reste elle aussi sensiblement uniforme.

Dans un mode de réalisation préféré, ladite deuxième pièce forgée de révolution comprend dans sa partie basse une deuxième surface extérieure convexe tronconique ou de préférence de forme de section sphérique sensiblement centrée sur le même point O que les autres dites surfaces de section sphérique, et ladite deuxième surface externe convexe de révolution coopère élastiquement et de manière étanche avec une deuxième surface interne concave de révolution tronconique ou de préférence de forme de section sphérique sensiblement centrée sur le même point O, ladite deuxième surface interne concave étant située dans la partie haute de ladite deuxième pièce forgée et ladite deuxième surface interne concave étant reliée à ladite deuxième surface externe convexe par l'intermédiaire d'une deuxième butée lamifiée de révolution constituée d'une pluralité de couches d'élastomère en sandwich entre des renforts rigides en feuilles notamment d'acier adhérant sur lesdites deuxième surface externe convexe et surface interne concave.

Ladite deuxième butée lamifiée complète l'effet d'auto centrage et de reprise de charge de ladite première butée lamifiée tout en complétant également le rôle d'étanchéité primaire, de sorte que dans un mode de réalisation avantageux, lesdites première et deuxième pièces forgées et ladite première bride délimitent une première chambre interne qui, de préférence, coopère avec des moyens de contrôle de pression à l'intérieur de ladite chambre.

Plus précisément, ladite première chambre est délimitée par la partie haute de ladite première pièce forgée et par les parties libres desdites surfaces de révolution inférieure de ladite deuxième pièce forgée, dite première surface de révolution interne concave de ladite première bride, et dite deuxième surface de révolution externe convexe de ladite deuxième pièce forgée.

Cette dite chambre interne équipée de moyens de contrôle de pression permet de contrôler les dégradations et/ou pertes d'étanchéité au niveau d'une desdites butées lamifiées, ou encore des fissurations d'une des pièces constitutives du dispositif de jonction par articulation étanche et/ou du riser. La pression de ladite chambre évoluant, les opérateurs sont alors avertis d'un danger imminent et peuvent intervenir de par la constitution générale dudit dispositif de jonction comprenant plusieurs pièces et brides solidarisées de manière réversible.

10 Dans une version préférée de réalisation de l'invention, ladite enveloppe externe du flotteur est solidaire d'une deuxième conduite interne de plus grand diamètre que ledit riser, de préférence ladite deuxième conduite interne étant une conduite renforcée de plus grande épaisseur que ledit riser, et en ce qu'il comprend une dite
15 deuxième bride de révolution à laquelle l'extrémité inférieure de ladite enveloppe extérieure du flotteur et l'extrémité inférieure de ladite deuxième conduite interne sont solidarisées de préférence par des soudures, ladite deuxième bride entourant ladite deuxième pièce forgée de sorte qu'une deuxième chambre interne est
20 délimitée par une surface interne de révolution de ladite deuxième bride, par ladite surface supérieure de ladite deuxième pièce forgée, par les surface externe cylindrique de ladite partie supérieure de riser et surface interne cylindrique de ladite deuxième conduite interne, et par une bride de fermeture à l'extrémité
25 supérieure desdites deuxième conduite interne et partie supérieure de riser, ladite deuxième chambre coopérant de préférence avec des moyens de contrôle de la pression à l'intérieur de ladite deuxième chambre.

30 Ce mode de réalisation permet de contrôler et mettre en évidence des fuites causées par des fissurations au niveau des différents constitutifs du dispositif de jonction et des risers et

conduites, ou encore des simples défauts d'étanchéité tout en maintenant la flottabilité assurée par le flotteur.

De préférence encore, ladite deuxième conduite interne se prolonge au-dessus dudit flotteur, de préférence sous forme d'une conduite renforcée de plus grande épaisseur que ledit riser qu'elle entoure, et de préférence, un dispositif de maintien et de guidage assure le guidage de ladite deuxième conduite interne au niveau dudit support flottant.

D'autre part, ladite conduite interne renforcée se prolongeant au-dessus dudit riser coopère avec le dispositif de maintien et de guidage pour soulager ladite partie supérieure de riser en partie immergée et éviter notamment les phénomènes de flambage de celle-ci dus à la pression et à la température du fluide circulant à l'intérieur éventuellement.

Selon la présente invention, l'extrémité supérieure du flotteur peut être solidaire de la partie supérieure du riser ou de ladite deuxième conduite interne par l'intermédiaire d'une jonction rigide.

Dans un mode de réalisation avantageux, ledit flotteur s'étend sur une longueur de 40 à 100 m pour conférer une flottabilité permettant de tensionner l'intégralité de la liaison fond-surface, de préférence ledit flotteur étant réalisé par des tronçons assemblés entre eux, constitués par des caissons cylindriques, de préférence individuellement hermétiques, et solidarisés mécaniquement l'un à l'autre dans la direction longitudinale ZZ'.

Avantageusement encore, la flottabilité de ladite conduite sous-marine est assurée par ledit flotteur sans adjonction de système de tensionnement complémentaire solidaire du support flottant.

L'introduction du dispositif de jonction à articulation flexible étanche selon la présente invention au bas du flotteur ne modifie pas sensiblement le comportement du dispositif de liaison en ce qui

concerne les phénomènes de vibration de type pendule-guitare décrits dans WO/2001-53651, de sorte que l'on élimine avantageusement l'apparition de tels phénomènes si le dispositif selon l'invention comporte des moyens de stabilisation dans la

5 partie basse du flotteur ayant pour effet d'augmenter la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement, ou abaissant le centre de gravité de la partie supérieure de la conduite au niveau du flotteur.

Plus particulièrement, le dispositif selon l'invention comporte

10 un moyen de stabilisation comprenant une rampe hélicoïdale entourant ledit flotteur dans sa partie basse proche de son extrémité inférieure, et /ou une masse additionnelle périphérique située autour de la partie basse du flotteur.

Dans la présente demande, on entend par «forme de section

15 sphérique centrée en O» une forme s'inscrivant dans une enveloppe de section sphérique constituée par la surface de révolution délimitée par deux plans de section horizontale parallèles et situés dans un même hémisphère d'une sphère de centre O.

On comprend que lesdites surfaces de section sphérique

20 concaves et convexes sont à concavité tournée vers le haut et respectivement convexité tournée vers le bas, c'est-à-dire s'inscrivent dans une hémisphère à section horizontale inférieure.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière de la description détaillée qui va

25 suivre, en référence aux figures suivantes dans lesquelles :

- la figure 1 est une vue de côté d'un dispositif de liaison fond-surface selon l'invention,
 - les figures 2 et 3 sont des vues en coupe au niveau de la partie basse du flotteur, détaillant les divers éléments constitutifs d'un
- 30 dispositif de jonction à articulation étanche flexible selon l'invention,

- les figures 4 et 5 sont des vues en coupe de deux autres modes de réalisation d'un dispositif de jonction à articulation flexible et étanche selon la présente invention,
- la figure 6 est une vue en coupe d'un dispositif selon l'invention conforme à la figure 2, comportant en outre un train de tiges en cours d'opération de forage d'un puits;
- la figure 7 est une vue en coupe d'un dispositif selon l'invention conforme à la figure 2, comportant en outre un second riser de sécurité à l'intérieur duquel est installée une ligne de production,
- 10 • la figure 8 est une vue de côté similaire à la figure 1, le dispositif de liaison fond-surface étant équipé d'une masse complémentaire à la partie inférieure du flotteur à proximité du dispositif de jonction à articulation flexible étanche,
- la figure 9 est une vue de côté similaire à la figure 1, le dispositif de liaison fond-surface étant équipé d'ailettes anti-vortex installées dans la partie basse du flotteur caissonné à proximité du dispositif de jonction à articulation flexible étanche selon l'invention,
- 15 • la figure 10 représente une variante de liaison de la première butée lamifiée avec la première bride,
- 20 • la figure 11 représente une variante de réalisation avec des surfaces de forme tronconique.

Sur la figure 1, est représenté un dispositif de liaison fond-surface selon l'invention comprenant un riser 1 équipé d'un flotteur caissonné 2 réalisé en tronçons (2₁-2₇) aptes à être manipulés à bord d'une barge ou support flottant 10 en vue d'y être assemblés notamment au sein de la baie de forage 12 et constituant ainsi un flotteur unique. En effet, plus précisément, les tronçons sont constitués par des caissons cylindriques individuellement hermétiques 2₁-2₇, solidarisés mécaniquement les uns aux autres dans la direction longitudinale ZZ'. Ledit flotteur 2 s'étend sur une longueur de 40 à 100 m pour conférer une flottabilité permettant de tensionner l'intégralité de la liaison fond-surface.

Le flotteur 2 est donc constitué globalement d'un bidon d'enveloppe essentiellement cylindrique 20 coaxiale entourant la partie supérieur 1b du riser 1, localisé dans la partie haute immergée de la conduite 1. Le riser débouche en surface à l'intérieur d'une baie de forage 2 d'un support flottant ou barge 10 supportant des équipements de traitement 11. La partie inférieure 1a du riser 1 qui s'étend dessous le flotteur 2 est de diamètre sensiblement constant jusqu'au fond de la mer.

La partie supérieure 1b de riser au-dessus du flotteur 2 est entourée d'une conduite renforcée 3 solidaire dudit flotteur 2. Ainsi, c'est ladite conduite renforcée 3 qui est maintenue et guidée par un système de guidage comprenant un dispositif connu à rouleau 4 solidaire d'une structure 6 assurant sa liaison avec ladite barge 10. Ce dispositif de guidage 4 permet le coulisement de la conduite renforcée 3 et donc dudit riser selon son axe longitudinal et guide ses déplacements latéraux dans un plan horizontal perpendiculaire audit axe longitudinal ZZ' du riser 1.

Sur la figure 1, on a schématisé un dispositif de jonction 8 créant une articulation flexible étanche entre l'extrémité inférieure du flotteur 2 et ledit riser 1. L'extrémité supérieure du flotteur 2 est elle solidaire de ladite conduite renforcée 3 par l'intermédiaire d'une jonction rigide 8₁.

Sur les figures 2 et 3, on a représenté un mode préféré de réalisation d'un dispositif de jonction 8 à articulation étanche et flexible selon l'invention.

Le dispositif de jonction 8 selon l'invention est intercalé entre une partie inférieure 1a de riser descendant vers le fond de la mer et une partie supérieure 1b de riser traversant le flotteur 2 et remontant en surface.

Le dispositif de jonction 8 sur les figures 2 et 3 comprend :

- une première pièce forgée de révolution 22 dont l'extrémité inférieure est solidarisée par soudure 22a à l'extrémité supérieure de la partie inférieure 1a du riser, cette première pièce forgée de révolution 22 formant une section de conduite tubulaire interne 22₃ sensiblement de même diamètre que celui de ladite partie inférieure 1a de riser à laquelle elle est solidarisée par soudure périphérique complète 22a ; ladite première pièce forgée 22 présente dans sa partie haute un évasement formant une surface extérieure convexe de révolution 22₁ de forme de section sphérique centrée en un point O situé sensiblement sur l'axe longitudinal ZZ' dudit riser et une deuxième surface interne concave de révolution 22₂ de forme de section sphérique de plus grand diamètre que le diamètre interne du riser 1 et de plus petit diamètre que ladite surface extérieure convexe de révolution 22₁, sensiblement centrée sur le même point O,

- une deuxième pièce forgée de révolution 24 dont l'extrémité supérieure est soudée 24a sur toute sa périphérie à l'extrémité inférieure de ladite partie supérieure 1b de riser, ladite deuxième pièce forgée de révolution 24 formant une section de conduite tubulaire interne 24₄, sensiblement de même diamètre que celui de ladite partie supérieure 1b de riser ; ladite deuxième pièce forgée de révolution 24 présentant en outre dans sa partie basse une première surface inférieure de révolution 24₁, comprenant une partie annulaire plane, ainsi qu'une deuxième surface extérieure convexe 24₃ de forme de section sphérique de plus petit diamètre que celui de ladite section sphérique de ladite surface interne concave 22₂, sensiblement centrée sur le même point O que les autres dites surfaces de section sphérique 22₁, 22₂, ladite deuxième surface extérieure convexe 24₃ étant située à un niveau dessous ladite première surface inférieure de révolution 24₁ et constituant en fait l'extrémité inférieure de la surface extérieure de ladite deuxième pièce forgée 24.

- une première bride de révolution 23 qui présente une première surface interne concave 23₁ de révolution de section sphérique sensiblement centrée au même point O que lesdites autres surfaces de section sphérique 22₁, 22₂ et 24₃, et ladite
5 première bride de révolution 23 comprend également une surface supérieure plane de révolution 23₂ annulaire ;

- une deuxième bride de révolution 21 comprenant une surface inférieure plane de révolution de forme annulaire 21₂, ainsi qu'une surface extérieure de révolution supérieure 21₁ et une surface
10 intérieure de révolution 21₃.

Ladite deuxième bride de révolution 21 assure la liaison entre l'extrémité inférieure de l'enveloppe externe cylindrique 20 du flotteur 2 et une conduite interne 3 du même flotteur qui renferme en son sein coaxialement ladite partie supérieure 1b de riser 1.
15 Ladite conduite interne 3 est une conduite renforcée de plus grand diamètre et de plus grande épaisseur que le riser 1 est en fait une conduite renforcée de plus grande épaisseur que le riser 1 et se prolonge à son extrémité supérieure pour assurer la protection du riser 1 au niveau du dispositif de maintien et de guidage 4 dans la
20 baie de forage 12. Ladite deuxième bride de révolution 21 est solidarisée à l'extrémité inférieure de l'enveloppe extérieure 20 par une soudure périphérique 21b et à l'extrémité inférieure de ladite deuxième conduite interne 3 par une soudure périphérique 21a. Ladite deuxième bride de révolution 21 entoure ladite deuxième
25 pièce forgée 24.

Les différentes pièces forgées 22 et 24 et brides 21, 23 sont assemblées et coopèrent de la façon suivante pour réaliser un dispositif de jonction à articulation étanche et flexible :

- Lesdites premières surfaces internes concaves 23₁ de la
30 première bride 23 et première surface externe convexe 22₁ de la première pièce forgée 22 coopèrent élastiquement et de manière étanche par l'intermédiaire d'une première butée lamifiée de

révolution 30 de forme de section sphérique centrée sensiblement sur le même point O, comprenant une pluralité de couches d'élastomère en sandwich entre des renforts de feuilles d'acier dont les feuilles d'extrémité adhèrent aux dites première surface interne concave 23₁ et première surface externe convexe 22₁, assurant ainsi une liaison directe à articulation étanche et flexible entre ladite première bride de révolution 23 et ladite première pièce forgée 22 ;

- Ladite surface supérieure plane de révolution 23₂ de forme annulaire de la première bride 23 est solidarisée de manière étanche et réversible avec la partie plane de la surface inférieure de révolution 24₁ de la deuxième pièce forgée 24 par boulonnage dans des perçages 25 dans lesdites premières brides 23 et pièces forgées 24, l'étanchéité étant assurée par des joints toriques intercalés 28.

- Ladite surface supérieure plane 23₂ de ladite première bride de révolution 23 est également solidarisée de manière étanche et réversible avec la surface inférieure plane de révolution 21₂ de ladite deuxième bride de révolution 21, par boulonnage dans des percements 25 dans lesdites première et deuxième brides 21 et 23, l'étanchéité étant réalisée par des joints toriques 28 intercalés entre lesdites surfaces 23₂ et 24₁.

- Ladite deuxième surface interne concave de révolution 22₂ de forme de section sphérique de ladite première pièce forgée 22 est reliée à ladite deuxième surface externe convexe 24₃ de ladite deuxième pièce forgée 24 par l'intermédiaire d'une deuxième butée lamifiée de révolution 31 constituée d'une pluralité de couches d'élastomère en sandwich entre des renforts rigides en feuilles d'acier, les renforts d'extrémité adhérant sur lesdites deuxième surface externe convexe 24₃ et surface interne concave 22₂, assurant ainsi une liaison directe flexible et étanche entre les deux pièces forgées 22 et 24.

Les butées lamifiées à couches d'élastomère et renforts rigides sont bien connues de l'homme de l'art.

Sur les figures 2 et 3, une première chambre interne étanche 40 est délimitée par la bordure supérieure 22₄ de ladite première pièce forgée 22 ainsi que les côtés desdites première et deuxième butées lamifiées 30 et 31 et les parties libres des surface de révolution inférieure 24₁ de la deuxième pièce forgée 24, dite première surface de révolution interne concave 23₁ de la première 23 et dite deuxième surface de révolution externe convexe 24₃ de la deuxième pièce forgée 24. La chambre 40 est équipée d'un contrôle de pression, par exemple un manomètre 42 extérieur relié à la chambre 40 par un conduit 41 à travers la bride 23 ou encore d'un capteur de pression relié à la cabine de contrôle de la barge.

Une deuxième chambre étanche 45 est délimitée par la bride de fermeture supérieure 5, les surface externe cylindrique 1₁ de la partie supérieure 1b de riser, surface interne cylindrique 3₁ de la conduite interne renforcée 3 ainsi que les surfaces interne de révolution 21₃ de la deuxième bride 21 et surface externe supérieure 24₂ de la deuxième pièce forgée 24. La deuxième chambre 45 coopère également avec un manomètre ou capteur de pression extérieure relié à ladite chambre par un conduit 48 à travers la bride 21.

Lors des mouvements dus à la houle et aux courants du flotteur 2 associé au riser 1, le dispositif de liaison articulé 8 entre flotteur et riser autorise des rotations tout en maintenant la partie inférieure 1a du riser en tension. En effet, la forme sphérique des dites première et deuxième butées lamifiées 30 et 31 a un effet auto centreur et l'intégralité de la force de tensionnement créée par le flotteur qui peut déplacer 500 tonnes est transférée au riser par simple déformation desdites butées lamifiées en compression.

La deuxième butée lamifiée 31 joue principalement un rôle d'étanchéité primaire, l'essentiel du transfert de charge verticale étant assuré par la première butée lamifiée 30.

5 Ladite conduite renforcée 3 au sommet du flotteur 2 peut être assemblée à une deuxième conduite interne 3 à l'intérieur du flotteur, celle-ci pouvant être non renforcée, l'assemblément étant effectué de manière conventionnelle avec des raidisseurs car les efforts dans cette zone sont beaucoup moins importants que dans la partie basse.

10 Dans une version simplifiée de l'invention détaillée sur la figure 4, la deuxième butée lamifiée d'étanchéité primaire 31 de la figure 3 a été supprimée. La première butée lamifiée 30 joue alors le rôle d'étanchéité principale et assure le transfert des charges verticales et horizontales entre le flotteur et le riser. Dans cette
15 version simplifiée, la chambre de contrôle de pression 40 des figures 2 et 3 n'existe plus, et il n'est alors plus possible de détecter les fuites à ce niveau.

Dans une autre version simplifiée de l'invention détaillée sur la figure 5, les deuxième pièce forgée 24 et deuxième bride de
20 révolution 21 des figures 2 et 3 sont rassemblées en une unique pièce forgée 24 sur la surface supérieure 24₂ de laquelle sont soudées directement en 24b l'extrémité inférieure de l'enveloppe externe 20 du flotteur 27 et l'extrémité inférieure du riser 1b ; dans cette configuration, il n'y a plus de deuxième conduite interne 3
25 entourant de manière coaxiale ladite partie supérieure 1b du riser 1. Dans cette version simplifiée, la chambre de contrôle de pression 45 des figures 2 et 3 n'existe plus, et il n'est alors plus possible de détecter localement, et de manière simple, les éventuelles fuites du riser dans cette zone.

30 Dans la figure 4 on a représenté l'ensemble avec une inclinaison de valeur α entre la portion supérieure 1_b et la portion inférieure 1_a du riser.

Dans les descriptions des figures 2 à 4, on a décrit les butées lamifiées comme étant sphériques et comme collaborant avec les portées sphériques des brides et pièces forgées et usinées 22, 23 et 24, l'ensemble des sphères et portées sphériques étant alors
 5 décrites comme ayant un centre commun O.

En fait, lors de la fabrication de ces éléments, on peut considérer que ce point O est effectivement commun à chacune des portées sphériques précédemment décrite ; par contre lors de l'installation sur site, les butées lamifiées étant soumises à des
 10 forces considérables, pouvant atteindre et dépasser 500 tonnes, se déformeront de manière très significative, par exemple quelques centimètres, et en conséquence, le centre O de référence de certaines pièces se déplacera verticalement par rapport au centre de référence d'autres pièces. Toutefois, on peut considérer en fait
 15 que les centres de référence des diverses portées sphériques restent sensiblement centrées au point commun O. De même, lors des inclinaisons d'un angle α , tel qu'explicité sur la figure 3 les divers points de référence des portées sphériques se décaleront légèrement latéralement, mais resteront sensiblement centrées en
 20 O.

Dans la figure 6 on a représenté le dispositif selon l'invention lors d'une opération de forage dite en simple « casing ». Un train de tiges 50 à l'extrémité inférieure duquel l'outil de forage est installé, est mis en rotation. La boue de forage est injectée sous pression à
 25 l'intérieur du train de tige en 51, puis remonte avec les débris de sol dans l'espace annulaire 52 compris entre le riser 1 et le train de tige 50.

Dans la figure 7 on a représenté une variante, dite à « double casing ». A l'intérieur du riser 1, on installe avantageusement une
 30 conduite de sécurité 55, constituée de longueurs unitaires raboutées les unes aux autres par vissage. Une ligne de production

ou train de tiges 50 est située à l'intérieur de ce casing supplémentaire.

Dans cette configuration, lors des opérations de forage, les boues chargées de débris de sol remontent alors en surface à l'intérieur de ladite conduite de sécurité 55 et ne sont donc pas en contact avec le riser 1, ni avec la butée lamifiée 31. Ce second casing constitue une barrière primaire en cas de montée en pression due à une éruption de puits ou tout autre incident, le riser 1 constituant alors la barrière externe résistant principalement à la pression extérieure due à l'eau de mer, ainsi qu'à la traction exercée par les bouées de tensionnement. Cette disposition permet d'augmenter considérablement la sécurité de l'installation, par contre elle présente l'inconvénient d'augmenter le poids de l'ensemble qui doit être compensé par une augmentation du volume global de flottabilité.

Sur les figures 6 et 7, les trains de tige 50 et le casing complémentaire 55 sont continus dans la zone de l'articulation flexible située en partie basse du flotteur. En effet, les rotations d'angle α au niveau du bas du flotteur, tel qu'explicité sur la figure 3, sont très faibles, car elles sont de l'ordre de 2 à 4 degrés au maximum, et lesdits trains de tige 50 et casing complémentaire 55 peuvent, en raison du jeu existant avec le riser 1, prendre, sans contraintes inacceptables, la courbure nécessaire, car ils sont de diamètre beaucoup plus faible.

L'introduction d'une articulation étanche 8 au niveau du bas du flotteur ne modifie pas sensiblement le comportement de l'ensemble en ce qui concerne les phénomènes de vibration de type pendule-guitare décrits dans le brevet WO-2001-53651 de la demanderesse, et l'on élimine avantageusement l'apparition de tels phénomènes en installant au plus près de ladite articulation, soit une masse ajoutée périphérique 60 située autour de la partie basse de celle du flotteur 2 telle que décrite sur la figure 8, ou des ailes de type anti-vortex

61 constituant une rampe hélicoïdale 61 entourant ledit flotteur 2 dans sa partie basse 27 proche de son extrémité inférieure telles que décrites sur la figure 9.

5 A titre illustratif, les dimensions d'un dispositif de jonction 8 selon l'invention représentent :

- entre l'extrémité inférieure de la première pièce forgée 22 et l'extrémité supérieure de la deuxième pièce forgée 24 la distance est d'environ 60cm,
- le diamètre interne du riser 1 est d'environ 400mm,
- 10 - le diamètre extérieur des brides desdites première et deuxième brides 21 et 23 est d'environ 140cm,
- le diamètre nominal de la sphère moyenne correspondant à la première butée étanche 30 est d'environ 70 à 90cm et son épaisseur est de 6 à 15cm selon la charge à transmettre et l'angle
- 15 de débattement α .

De manière à simplifier la fabrication de la première butée lamifiée 30, la bride 23 sera avantageusement réalisée en deux portions 23_a et 23_b, comme explicité sur la figure 10. Un joint torique 23_c assurera l'étanchéité entre les deux pièces. La forme de

20 révolution des butées lamifiées et des surfaces des diverses brides a été définie comme étant des sphères de centre O, mais on reste dans l'esprit de l'invention si l'on considère des formes coniques comme représenté sur la figure 11.

25 Dans la figure 114, on a représenté une variante de réalisation avec des surfaces de forme sphérique changées en surfaces de forme tronconique.

Dans la partie droite de la figure 11, les sommets desdits cônes sont sensiblement convergents en un point unique C, les cônes étant alors tous différents les uns des autres, car ils

30 présentent un angle au sommet β variable d'un cône à l'autre.

Dans la partie gauche de la même figure 11, lesdits cônes ont tous un angle au sommet constant β et sont donc tous identiques

les sommets des divers cônes sont alors répartis sensiblement sur l'axe ZZ.

5 Toutefois, on préfère utiliser des formes sphériques, car dans le cas des formes coniques, lorsque l'articulation prend un angle α important, il en résulte des pincement de la butée lamifiée qui ne travaille plus alors de manière homogène.

REVENDECATIONS

1. Dispositif de liaison fond-surface comportant au moins une conduite sous-marine ou riser (1, 1a-1b) pouvant comprendre un flotteur unique (2, 2₁-2₇), ledit flotteur étant relié à son extrémité inférieure à un dispositif de jonction (8) créant une articulation flexible étanche entre l'extrémité inférieure du flotteur (2) et ledit riser (1a), caractérisé en ce que ledit dispositif de jonction (8) est intercalé entre et solidarisé à une partie inférieure (1a) de riser descendant vers le fond de la mer et une partie supérieure (1b) de riser traversant ledit flotteur et remontant en surface, et ledit dispositif de jonction (8) comprenant au moins :

- une première pièce forgée de révolution (22) solidarisée à l'extrémité supérieure de la partie inférieure (1a) du riser, et formant une section de conduite tubulaire interne (22₃) sensiblement de même diamètre que celui de ladite partie inférieure de riser, et

- une deuxième pièce forgée de révolution (24) solidarisée à l'extrémité inférieure de ladite partie supérieure (1b) de riser, et formant une section de conduite tubulaire interne (24₄) sensiblement de même diamètre que celui de ladite partie supérieure (1b) de riser,

- les deux dites première et deuxième pièces forgées (22, 24) étant reliées de manière flexible et étanche par au moins une première bride de révolution (23) solidarisée de manière étanche et réversible à ladite deuxième pièce forgée (24) et reliée à ladite première pièce forgée (22) par au moins une première butée lamifiée de révolution (30), de forme tronconique ou de préférence de section sphérique.

2. Dispositif de liaison fond-surface selon la revendication 1 comportant une conduite sous-marine ou riser (1, 1a-1b) tensionné par au moins un flotteur (2, 2₁, 2₇) constitué d'un bidon d'enveloppe cylindrique (20) coaxial entourant ladite conduite (1b), localisé dans la partie haute immergée de ladite conduite (1, 1a-1b), ladite

conduite (1, 1a, 1b) étant de préférence maintenue et guidée par un dispositif de guidage (4, 6) en surface au niveau d'un support flottant (10), et comportant un dit dispositif de jonction (8) dudit bidon (20), caractérisé en ce que :

- 5 - ladite première pièce forgée (22) présente dans sa partie haute une première surface extérieure convexe de révolution (22₁) tronconique ou de préférence de forme de section sphérique centrée en point O situé sensiblement sur l'axe longitudinal ZZ' dudit riser (1, 1a-1b), et
- 10 - ladite deuxième pièce forgée de révolution (24) solidarisée à l'extrémité inférieure de ladite partie supérieure (1b) de riser, de préférence par une soudure (24a), présente dans sa partie basse une première surface inférieure de révolution (24₁), et
- ladite première bride de révolution (23) présente :
 - 15 ■ une première surface interne concave (23₁) de révolution tronconique ou de préférence de section sphérique sensiblement centrée au même point O que ladite première surface externe convexe de révolution (22₁), lesdites première surface interne concave (23₁) de la première bride (23) et première surface
 - 20 externe convexe (22₁) de la première pièce forgée (22) coopérant élastiquement et de manière étanche par l'intermédiaire d'une dite première butée lamifiée de révolution (30) tronconique ou de préférence de forme de section sphérique centrée sensiblement sur le même point O comprenant une
 - 25 pluralité de couches d'élastomère en sandwich entre des renforts en matériau rigide en feuilles, notamment de feuilles d'acier, qui adhèrent aux dites première surface interne concave (23₁) et première surface externe convexe (22₁) assurant ainsi la
 - 30 liaison entre ladite première bride de révolution (23) et ladite première pièce forgée (22), et
 - au moins une partie d'une surface supérieure de révolution (23₂) coopérant de manière étanche, de préférence par l'intermédiaire d'un joint torique (28), avec ladite surface

inférieure de révolution (24₁) de ladite deuxième pièce forgée de révolution (24), lesdites parties de surface supérieure de révolution (23₂) de ladite première bride (23) et dite surface inférieure (24₁) de ladite deuxième pièce forgée (24) étant
 5 solidarisées de manière étanche et réversible, de préférence par boulonnage (27), et

- ladite enveloppe externe (20) du flotteur (2) étant solidarisée à une surface de révolution supérieure (24₂) de ladite deuxième pièce forgée (24) ou à une surface de révolution supérieure (21₁) d'une
 10 deuxième bride de révolution (21) dont une surface inférieure de révolution (21₂) est elle-même solidarisée de manière étanche et réversible, de préférence par boulonnage (25) et joint torique (26) avec une partie de ladite surface supérieure de révolution (23₂) de ladite première bride (23).

15 3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite deuxième pièce forgée de révolution (24) comprend dans sa partie basse une deuxième surface extérieure convexe tronconique ou de préférence de forme de section sphérique (24₃) sensiblement centrée sur le même point O que les autres dites surfaces de
 20 section sphérique (22₁, 23₁), et ladite deuxième surface externe convexe de révolution (24₃) coopère élastiquement et de manière étanche avec une deuxième surface interne concave de révolution (22₂) tronconique ou de préférence de forme de section sphérique sensiblement centrée sur le même point O, ladite deuxième surface
 25 interne concave (22₂) étant située dans la partie haute de ladite deuxième pièce forgée (22), et ladite deuxième surface interne concave (22₂) étant reliée à ladite deuxième surface externe convexe (24₃) par l'intermédiaire d'une deuxième butée lamifiée de révolution (31) constituée d'une pluralité de couches d'élastomère
 30 en sandwich entre des renforts rigides en feuilles notamment d'acier adhérant sur lesdites deuxième surface externe convexe (24₃) et surface interne concave (22₂).

4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdites première et deuxième pièces forgées (22, 24) et ladite première bride (23) délimitent une première chambre interne (40) qui, de préférence, coopère avec des moyens de contrôle de pression (41, 42) à l'intérieur de ladite chambre (40).

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite première chambre (40) est délimitée par la partie haute de ladite première pièce forgée (22) et par les parties libres desdites surfaces de révolution inférieure (24₁) de ladite deuxième pièce forgée (24), dite première surface de révolution interne concave (23₁) de ladite première bride (23), et dite deuxième surface de révolution externe convexe (24₃) de ladite deuxième pièce forgée (24).

6. Dispositif selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que ladite enveloppe externe (20) du flotteur (2) est solidaire d'une deuxième conduite interne (3) de plus grand diamètre que ledit riser (1, 1b), de préférence ladite deuxième conduite interne (3) étant une conduite renforcée de plus grande épaisseur que ledit riser (1), et en ce qu'il comprend une dite deuxième bride de révolution (21) à laquelle l'extrémité inférieure de ladite enveloppe extérieure (20) du flotteur (2) et l'extrémité inférieure de ladite deuxième conduite interne (3) sont solidarisées de préférence par des soudures (21a, 21b), ladite deuxième bride (21) entourant ladite deuxième pièce forgée (24) de sorte qu'une deuxième chambre interne (45) est délimitée par une surface interne de révolution (21₃) de ladite deuxième bride (21), par ladite surface supérieure (24₂) de ladite deuxième pièce forgée (24), par la surface externe cylindrique (1₁) de ladite partie supérieure (1b) de riser et surface interne cylindrique (3₁) de ladite deuxième conduite interne (3), et par une bride de fermeture (5) à l'extrémité supérieure desdites deuxième conduite interne (3) et partie supérieure (1b) de riser, ladite deuxième chambre (45) coopérant de préférence avec des

moyens de contrôle de la pression (47, 48) à l'intérieur de ladite deuxième chambre (45).

7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite deuxième conduite interne (3) se prolonge au-dessus dudit flotteur (2), de préférence sous forme d'une conduite renforcée de plus grande épaisseur que ledit riser (1) qu'elle entoure, et de préférence, un dispositif de maintien et de guidage (4,6) assure le guidage de ladite deuxième conduite interne (3) au niveau dudit support flottant (10).

8 Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'extrémité supérieure du flotteur (2) est solidaire de la partie supérieure (1b) du riser (1) ou de ladite deuxième conduite interne (3) par l'intermédiaire d'une jonction rigide (8₁).

9. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que ledit flotteur (2) s'étend sur une longueur de 40 à 100 m pour conférer une flottabilité permettant de tensionner l'intégralité de la liaison fond-surface, de préférence ledit flotteur (2) étant réalisé par des tronçons assemblés entre eux, constitués par des caissons cylindriques, de préférence individuellement hermétiques (2₁, 2₇), et solidarités mécaniquement l'un à l'autre dans la direction longitudinale ZZ'.

10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la flottabilité de ladite conduite sous-marine (1) est assurée par ledit flotteur sans adjonction de système de tensionnement complémentaire solidaire du support flottant (10).

11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de stabilisation (60, 61) dans la partie basse (2₇) du flotteur (2) ayant pour effet d'augmenter la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement,

ou abaissant le centre de gravité de la partie supérieure de la conduite au niveau du flotteur (2).

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'un moyen de stabilisation comprend une rampe hélicoïdale (61) entourant ledit flotteur (2) dans sa partie basse (27) proche de son extrémité inférieure.

13. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'un moyen de stabilisation comprend une masse additionnelle périphérique (60) située autour de la partie basse (27) du flotteur (2).

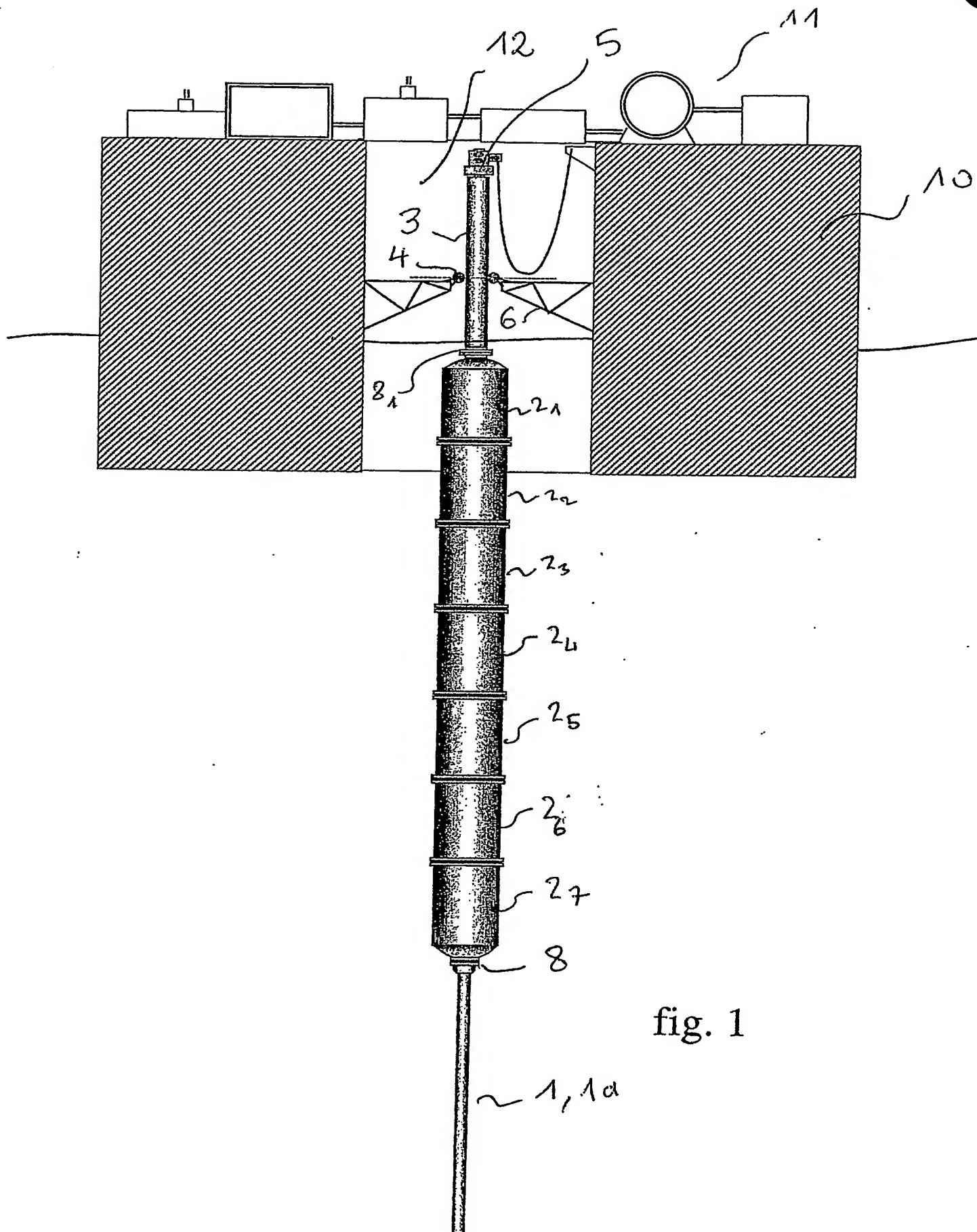


fig. 1

1/11

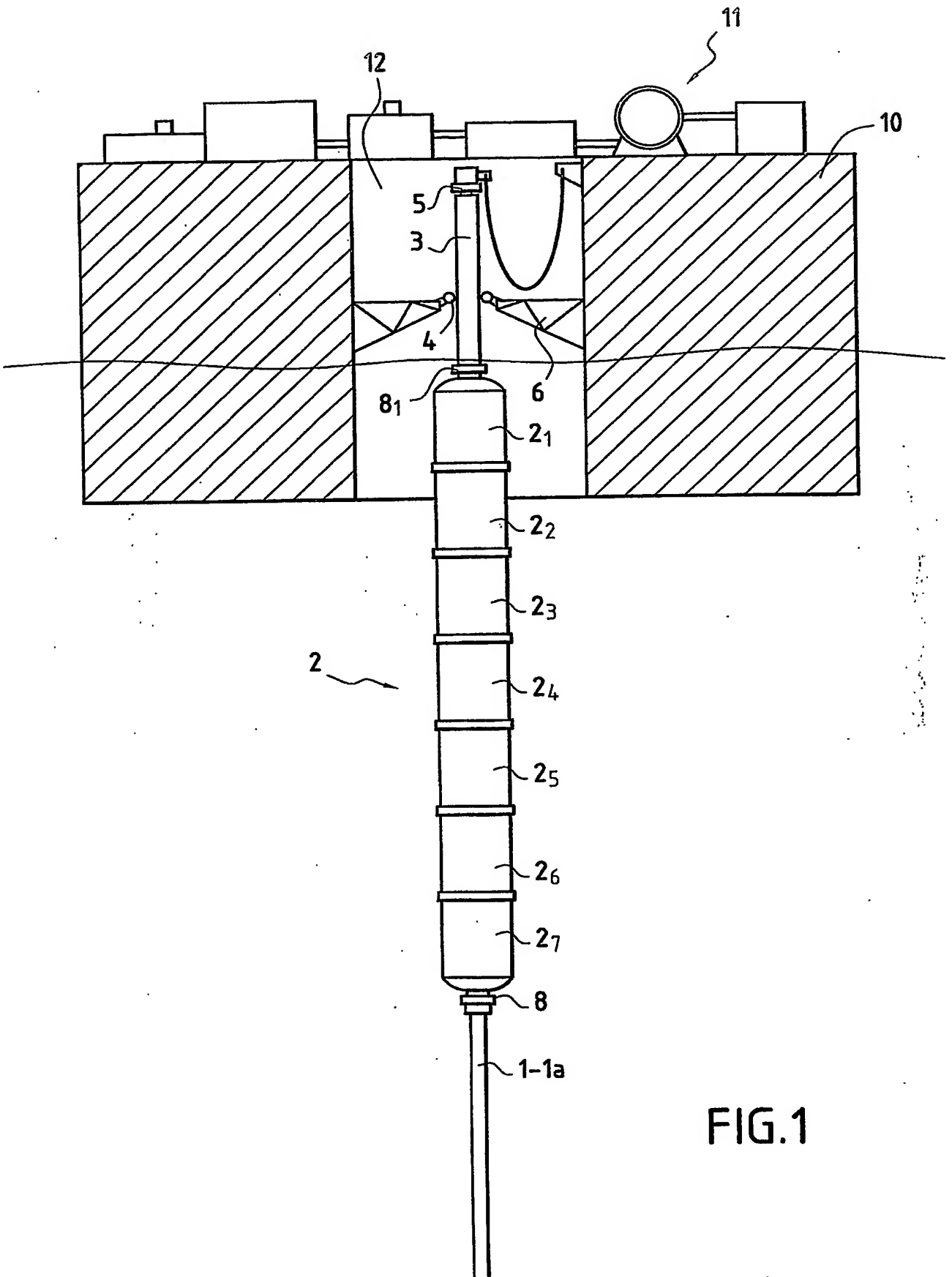


FIG.1

21 11

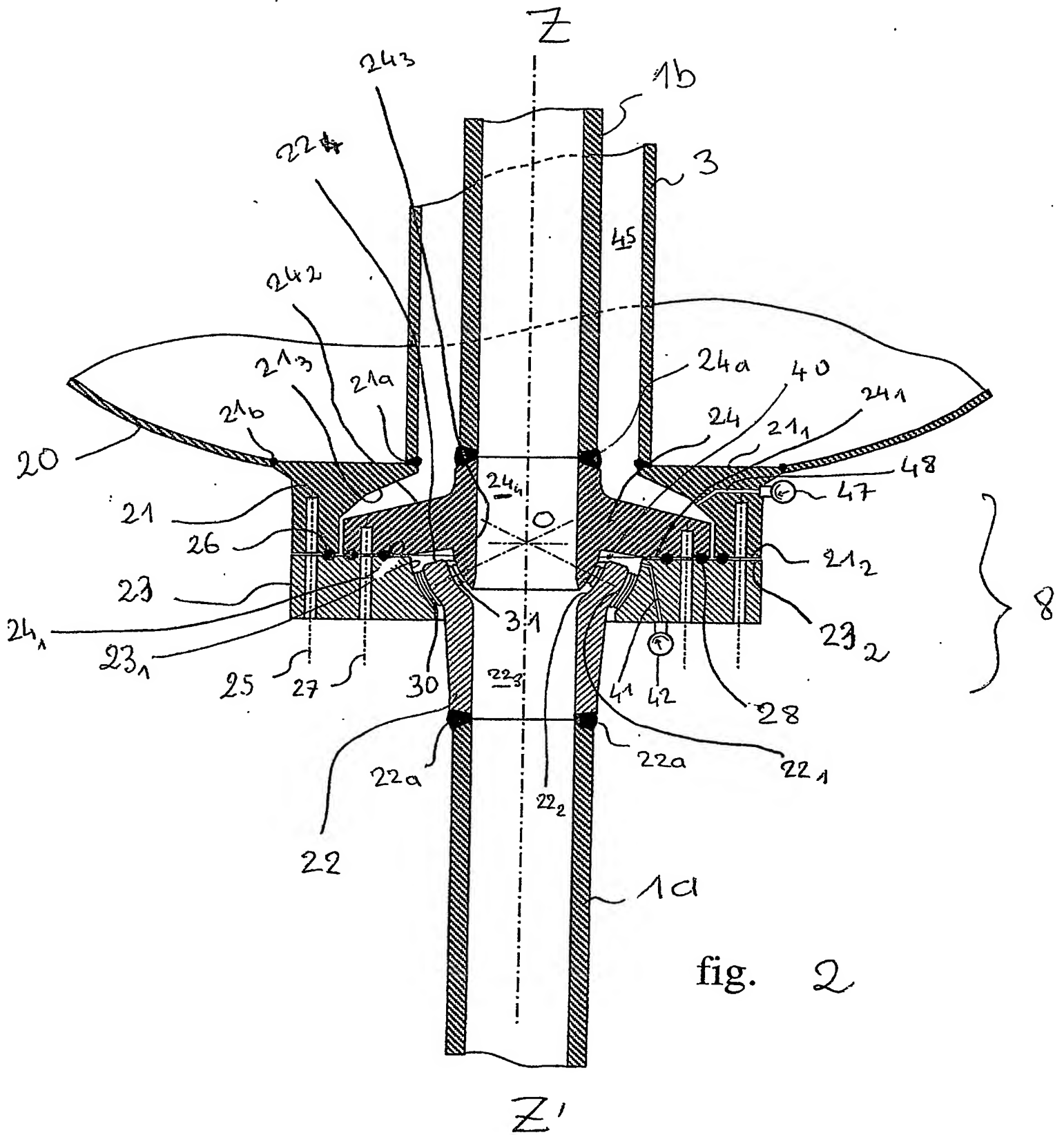
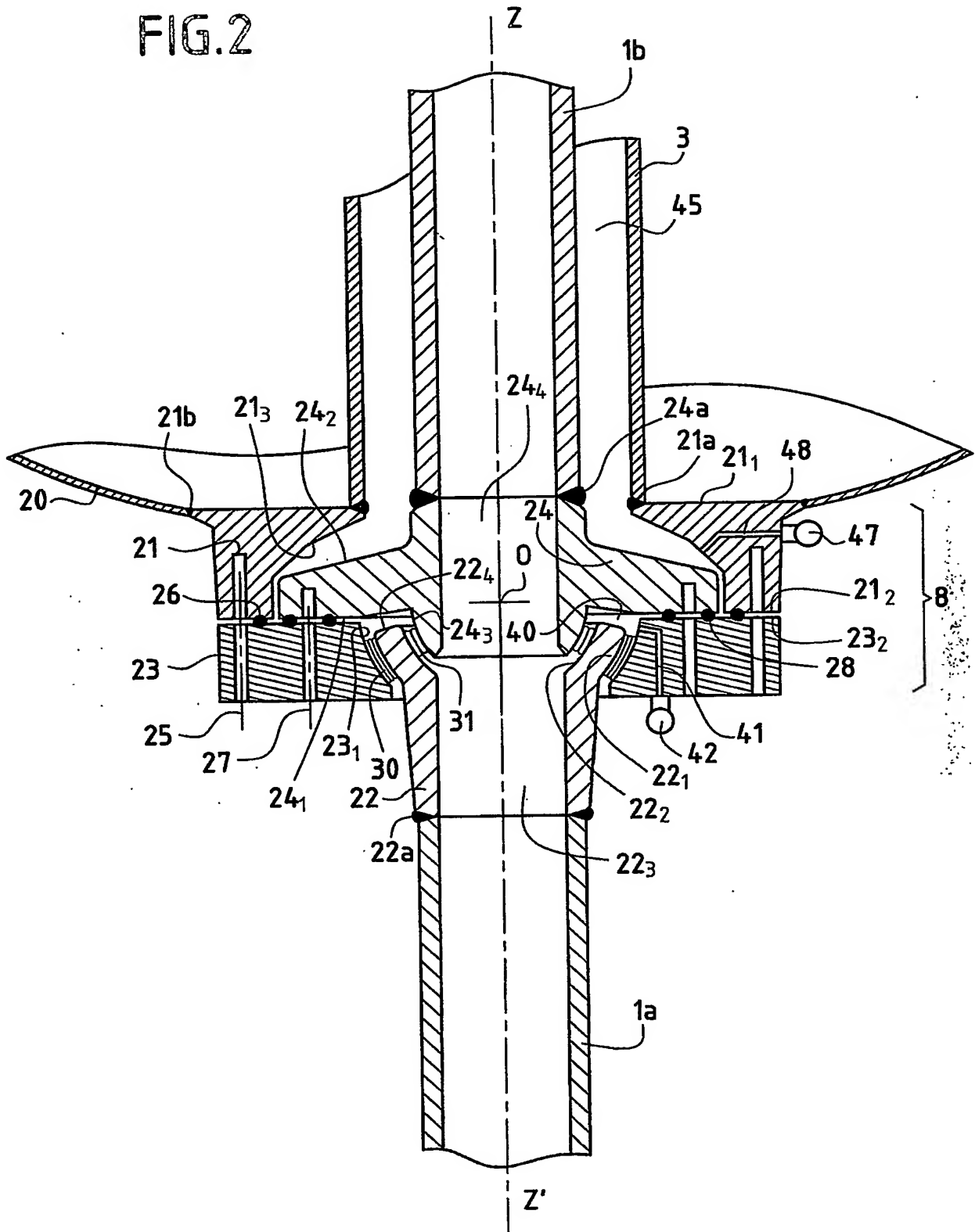


fig. 2

FIG. 2



31 11

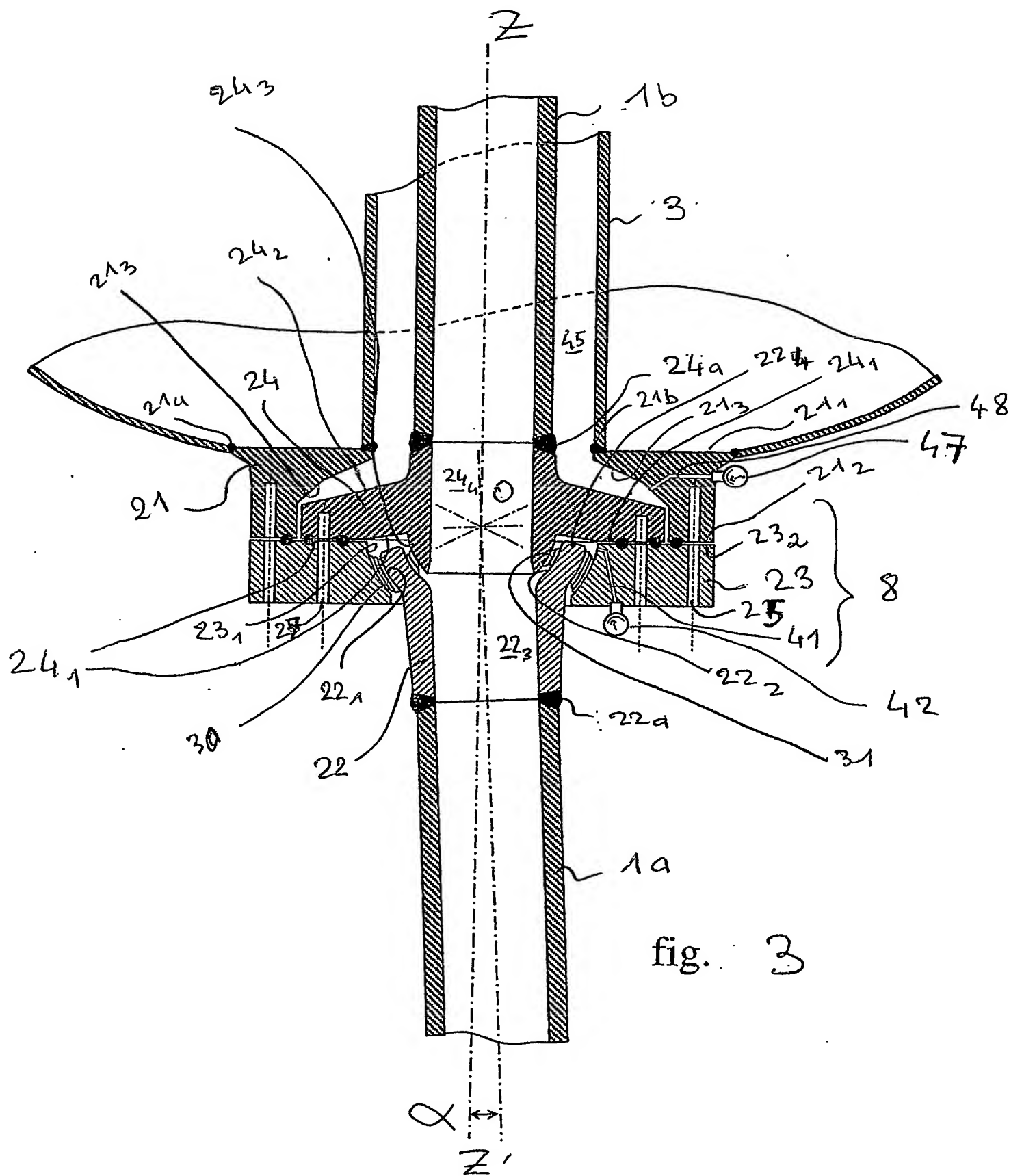
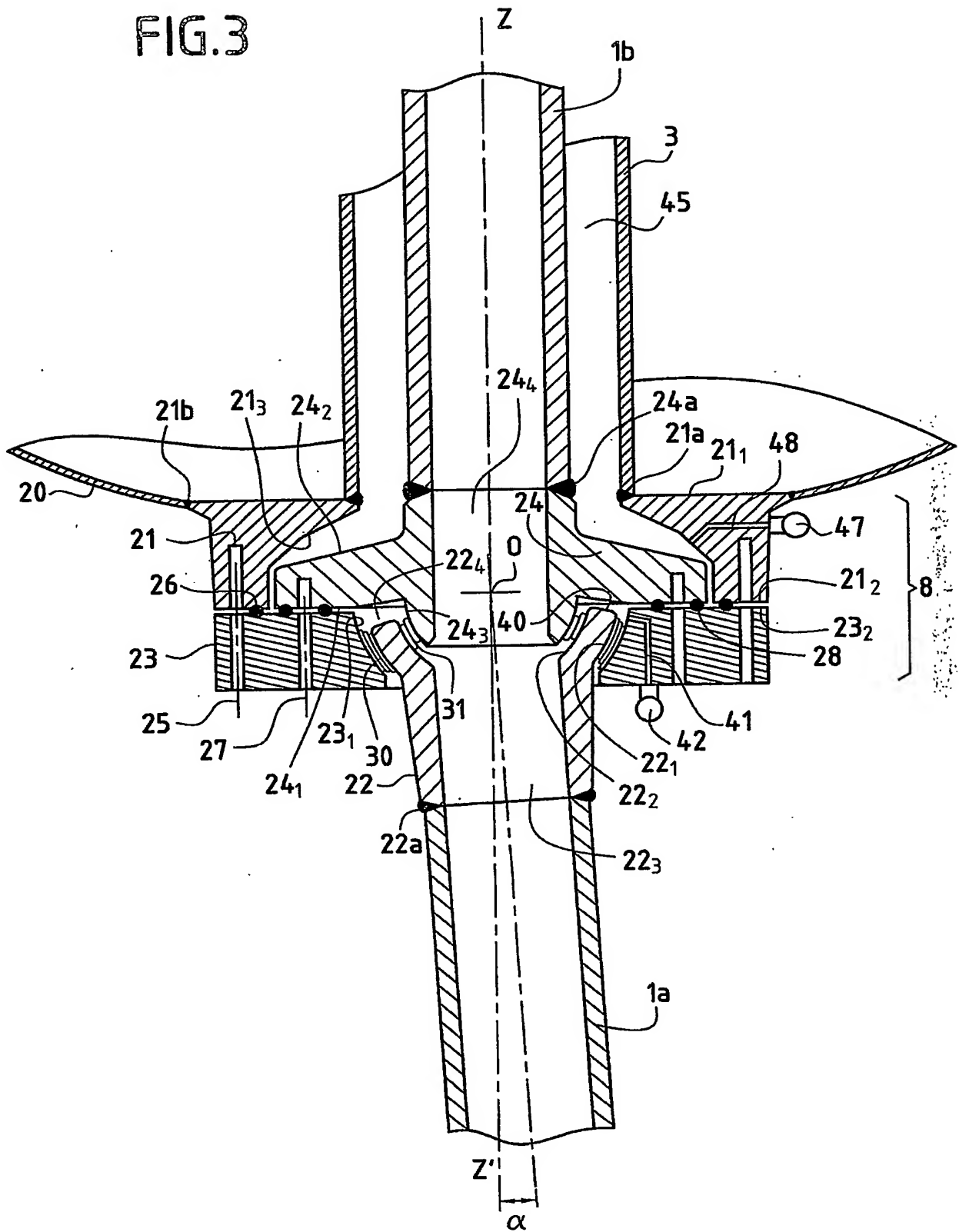


fig. 3

FIG. 3



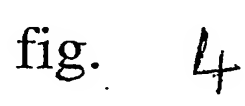
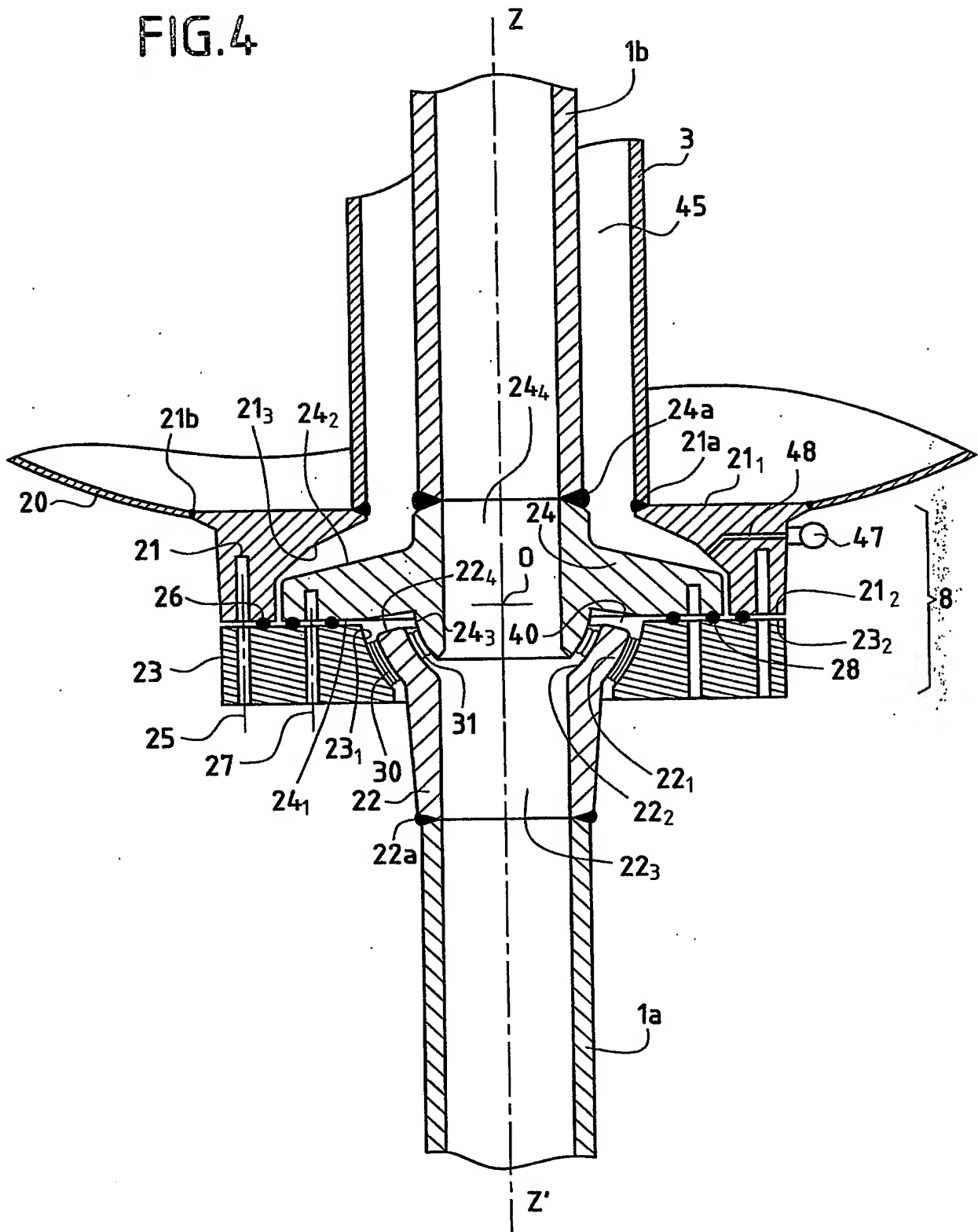


FIG. 4



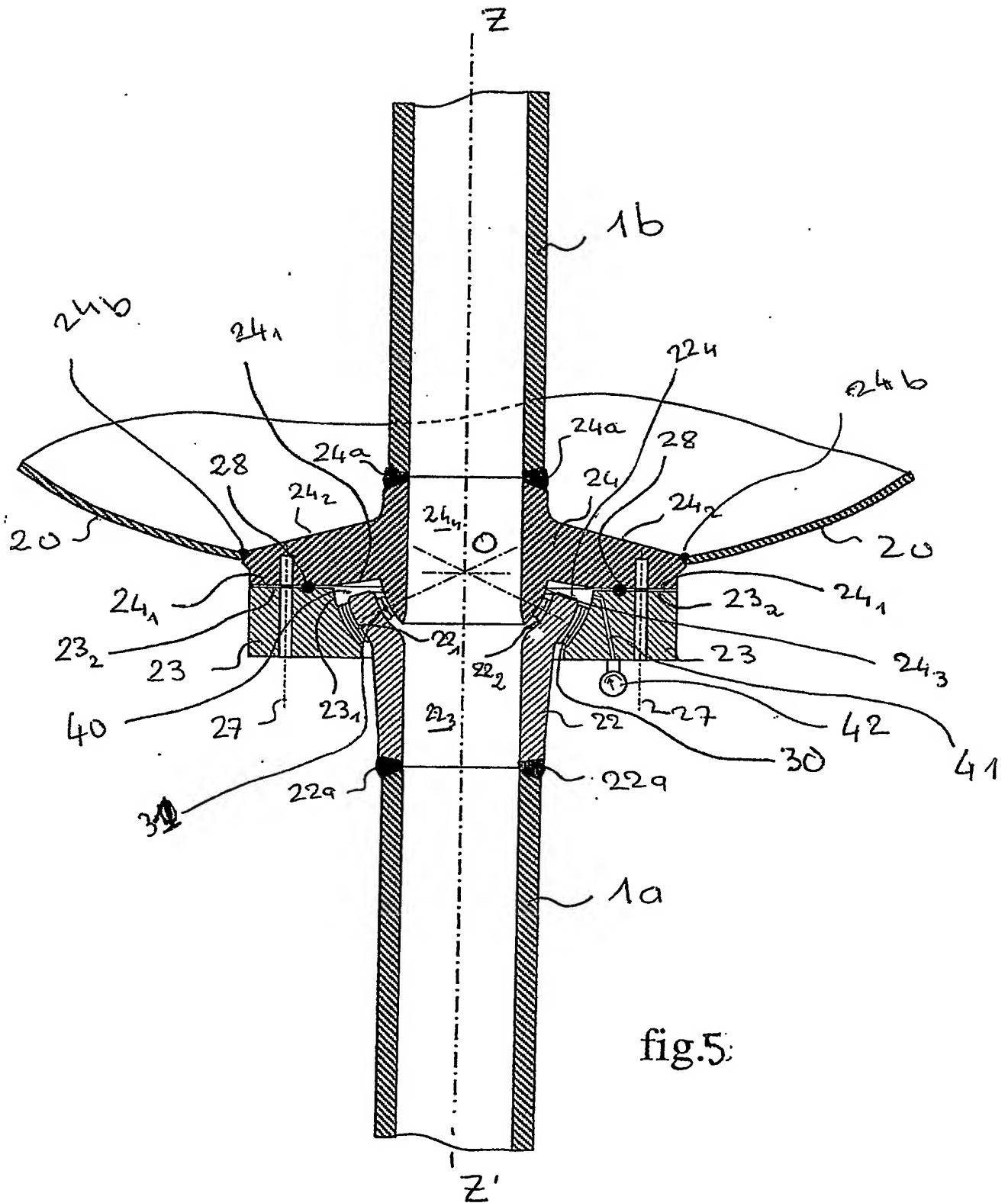
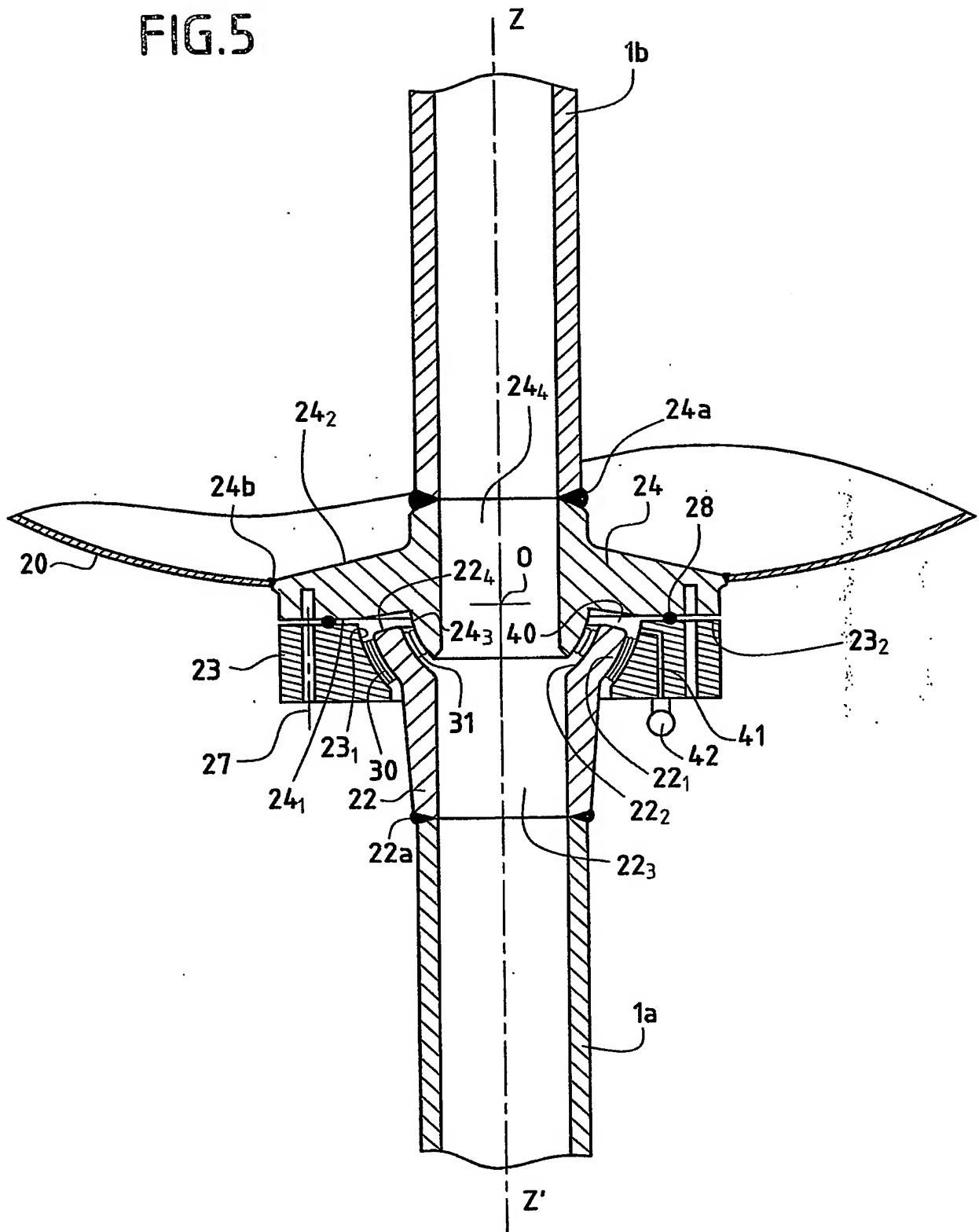


FIG. 5



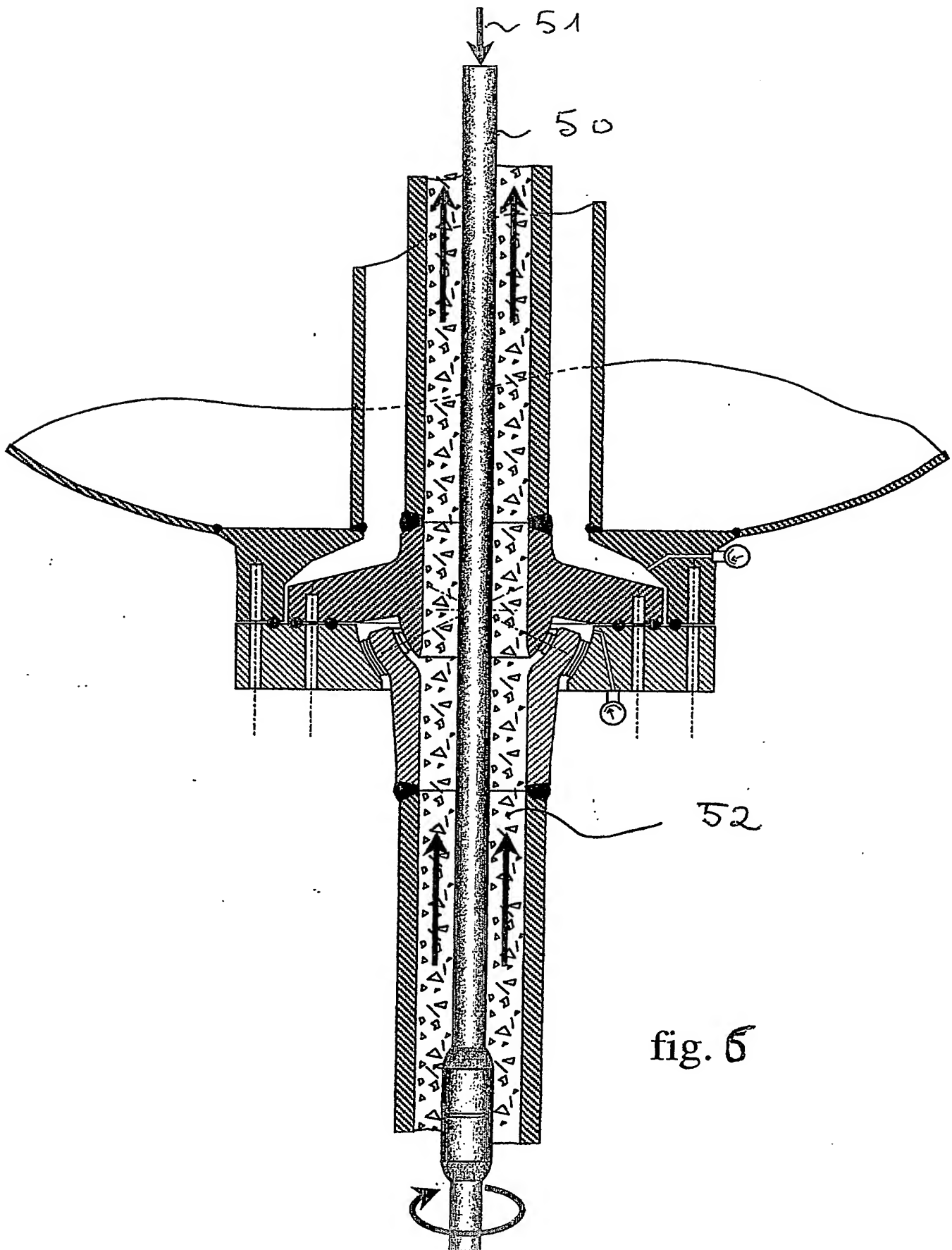
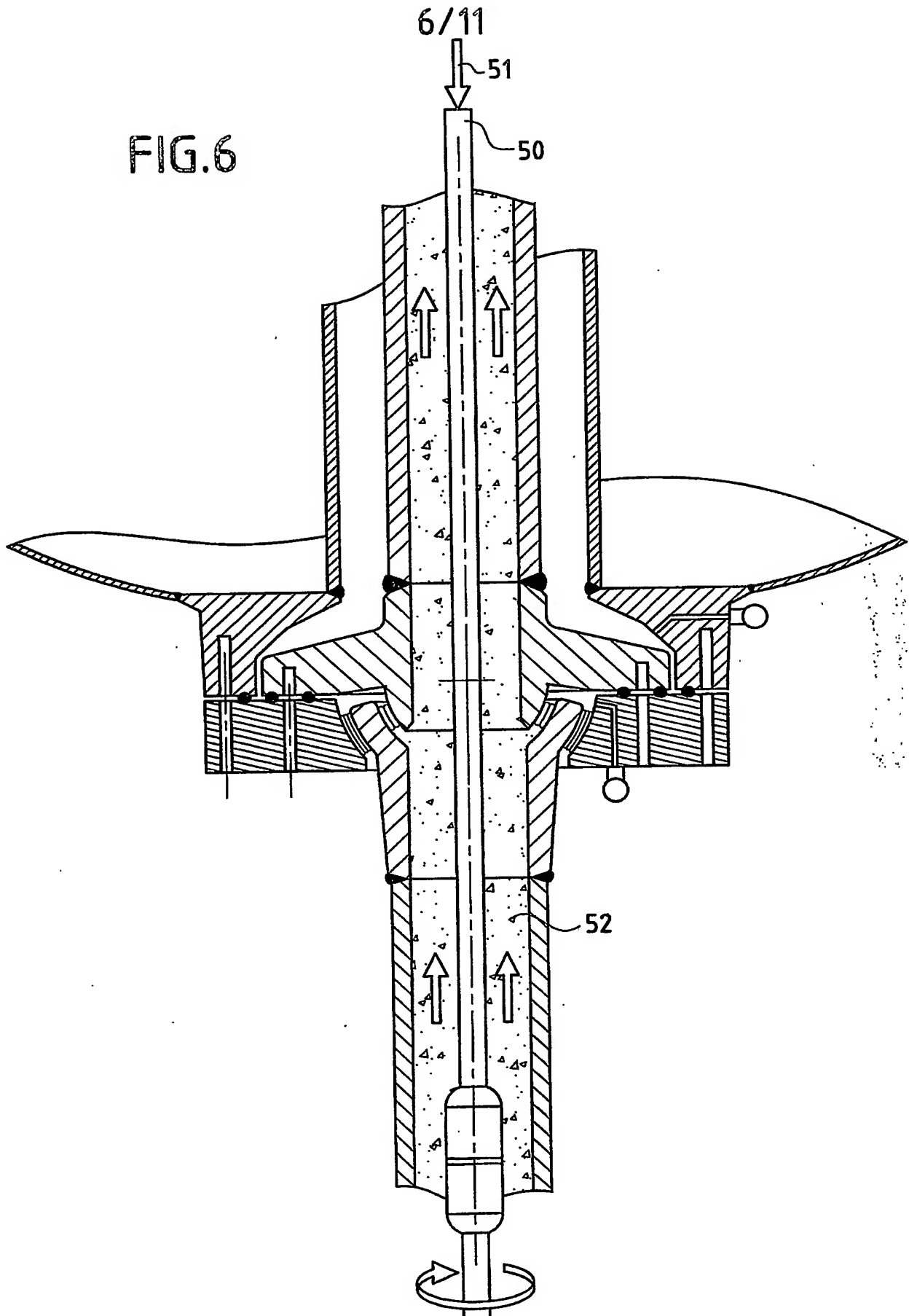


fig. 6

FIG. 6



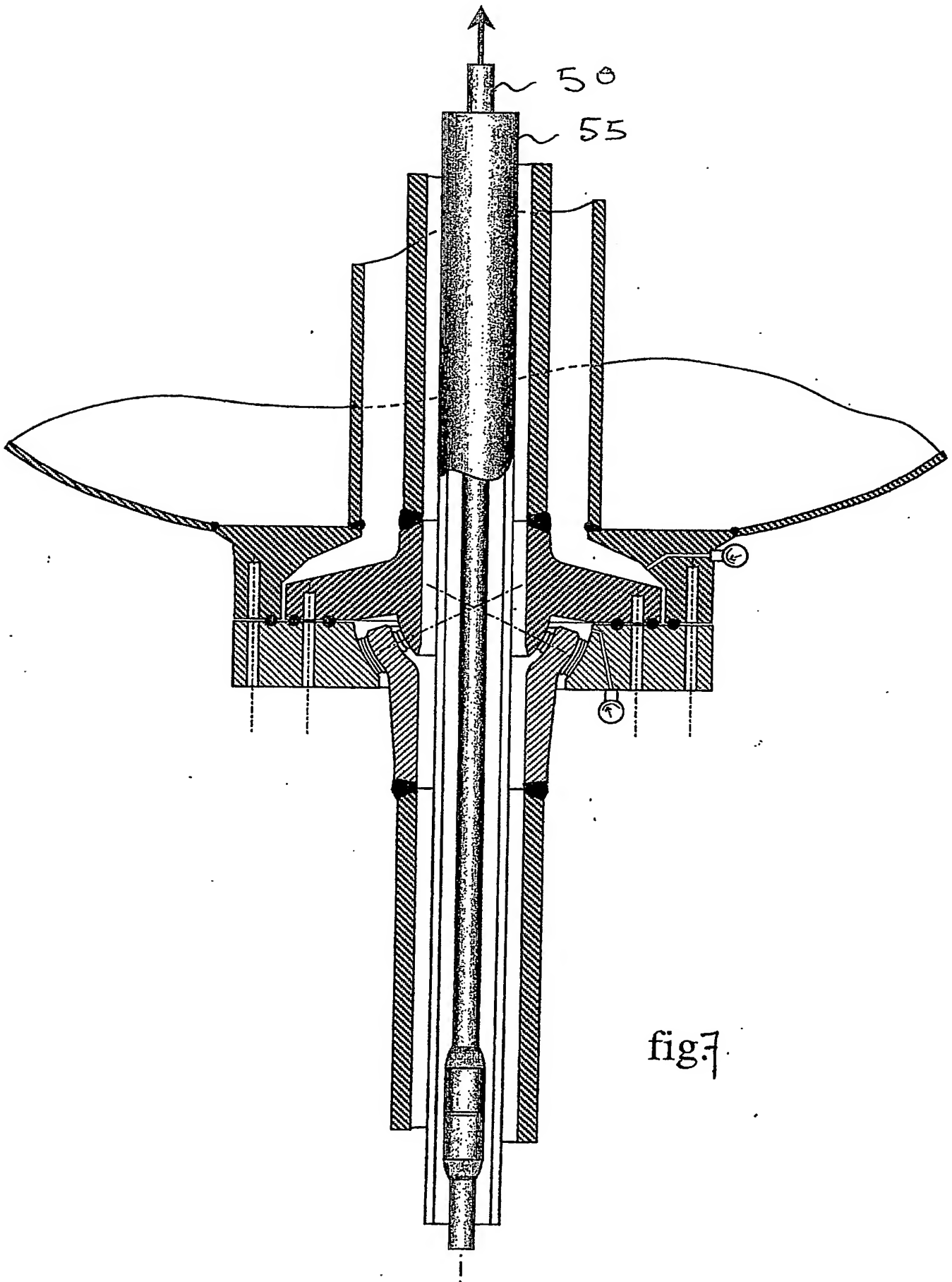
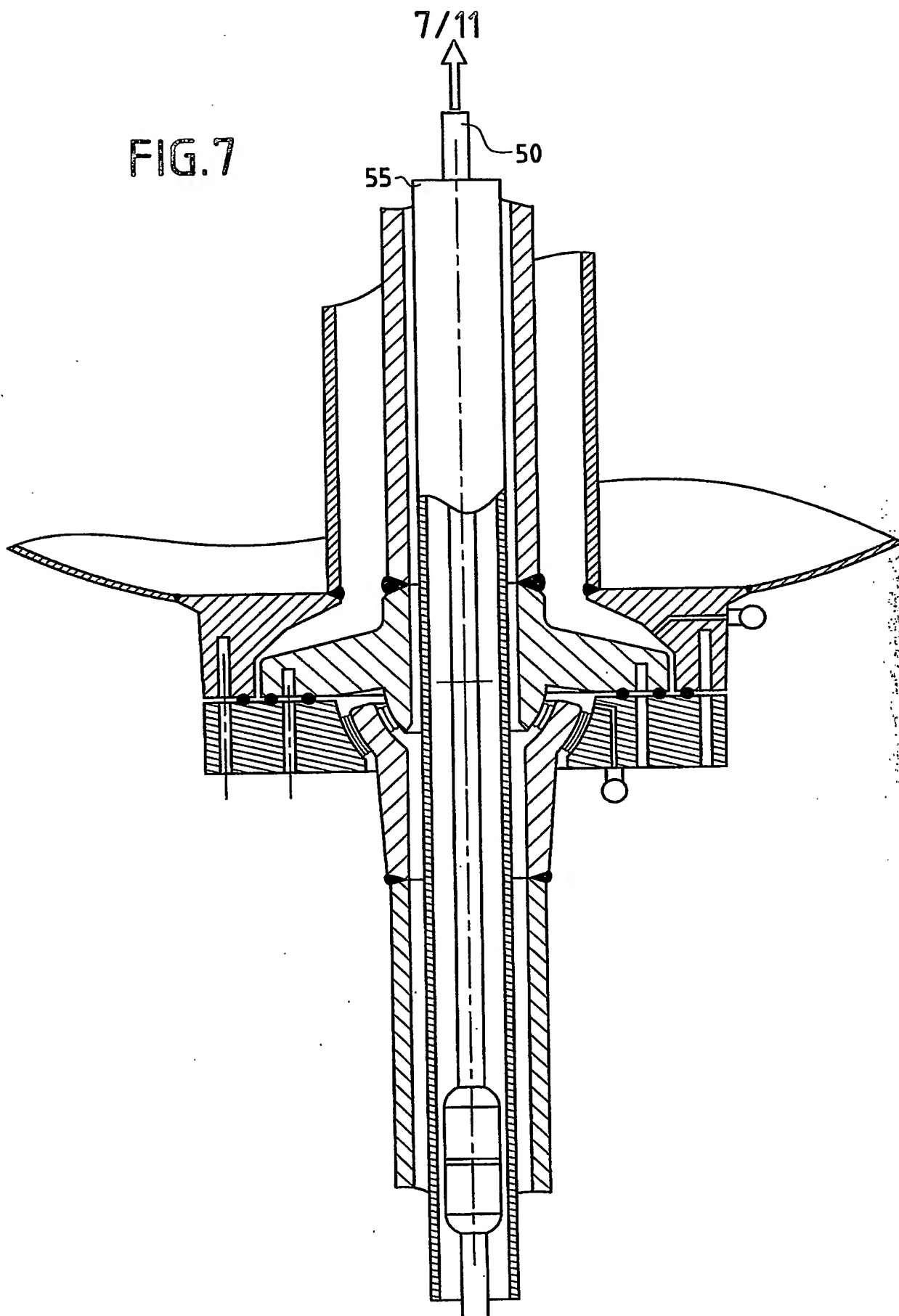


FIG. 7



87/11

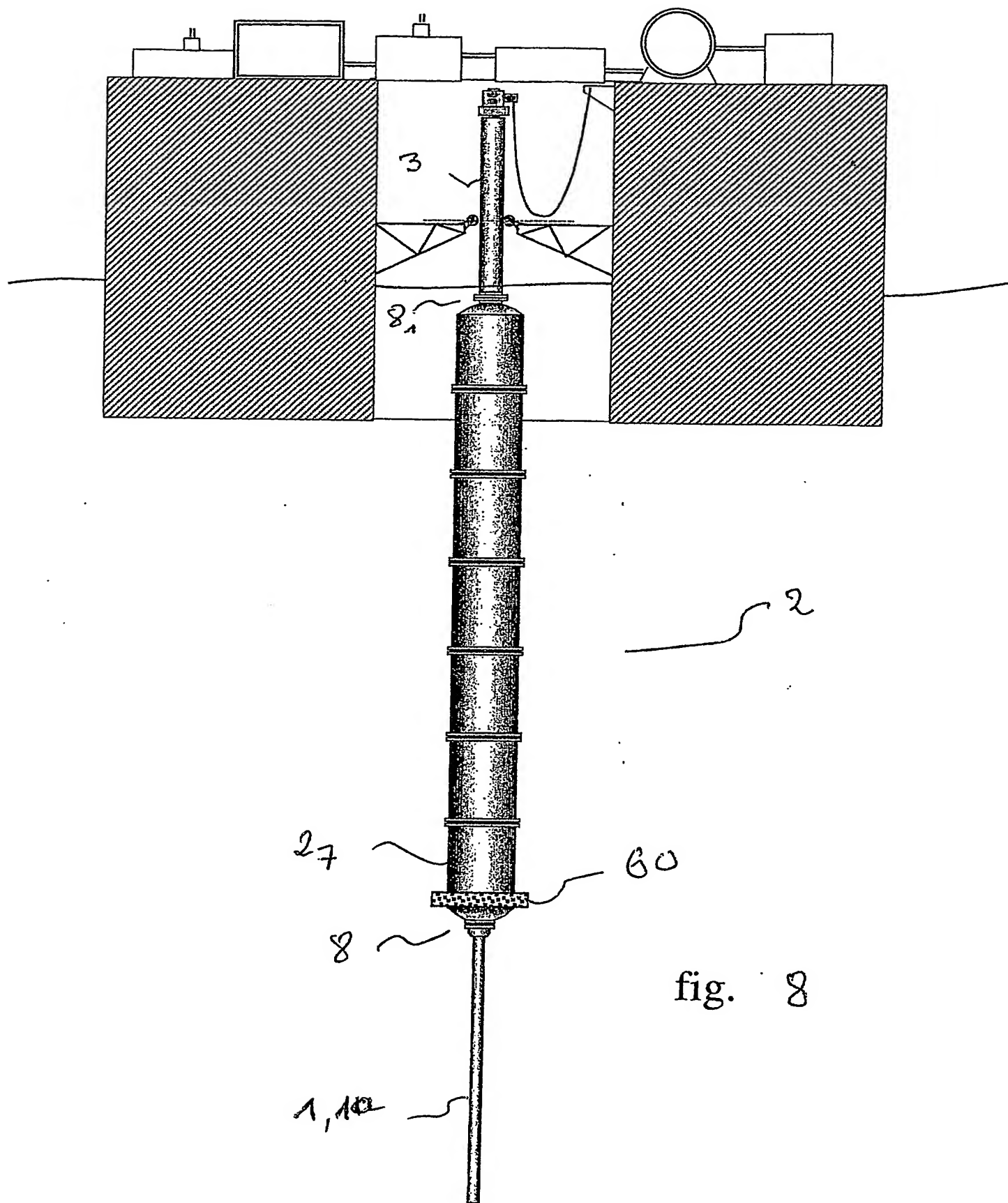


fig. 8

8/11

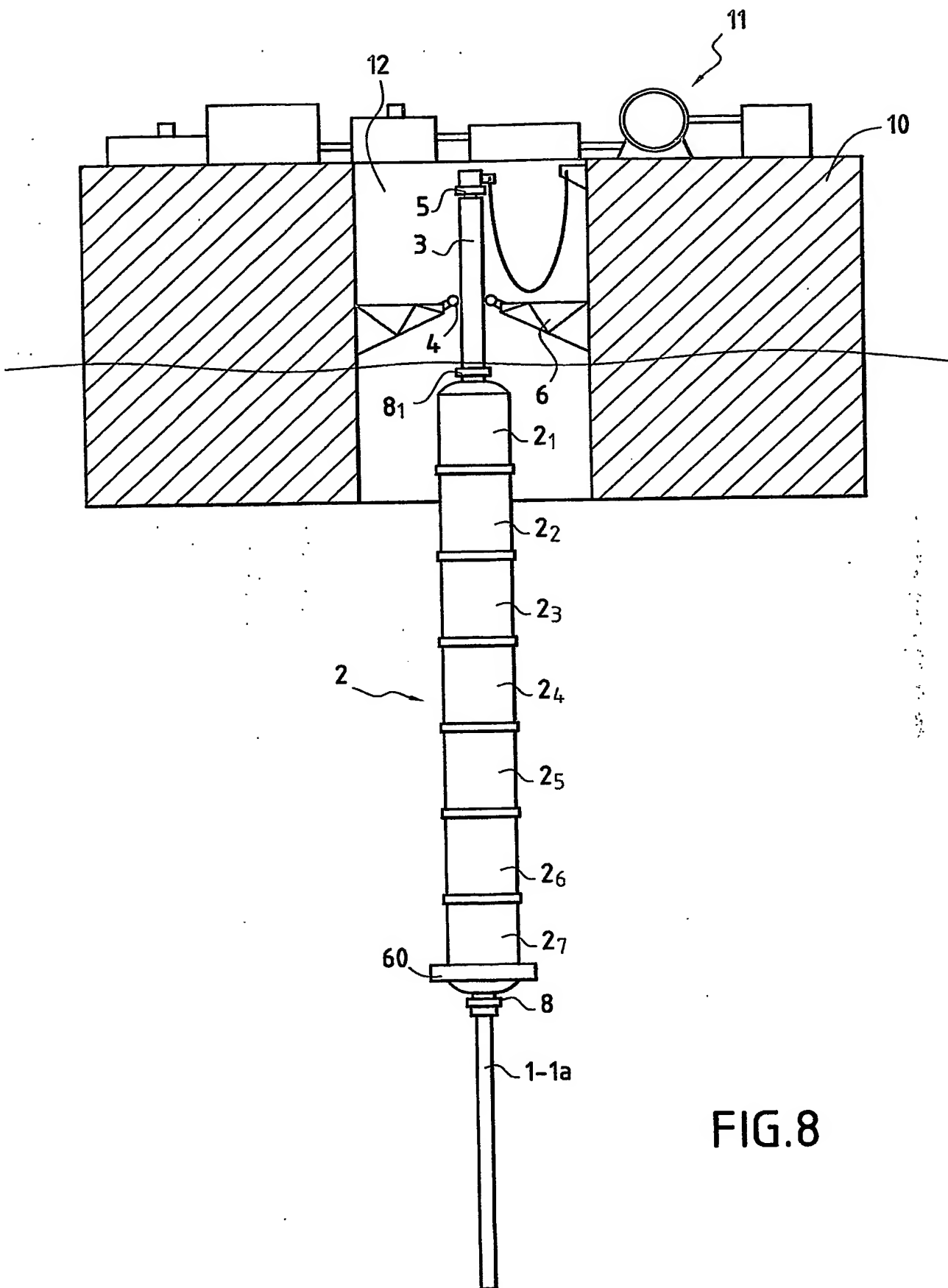
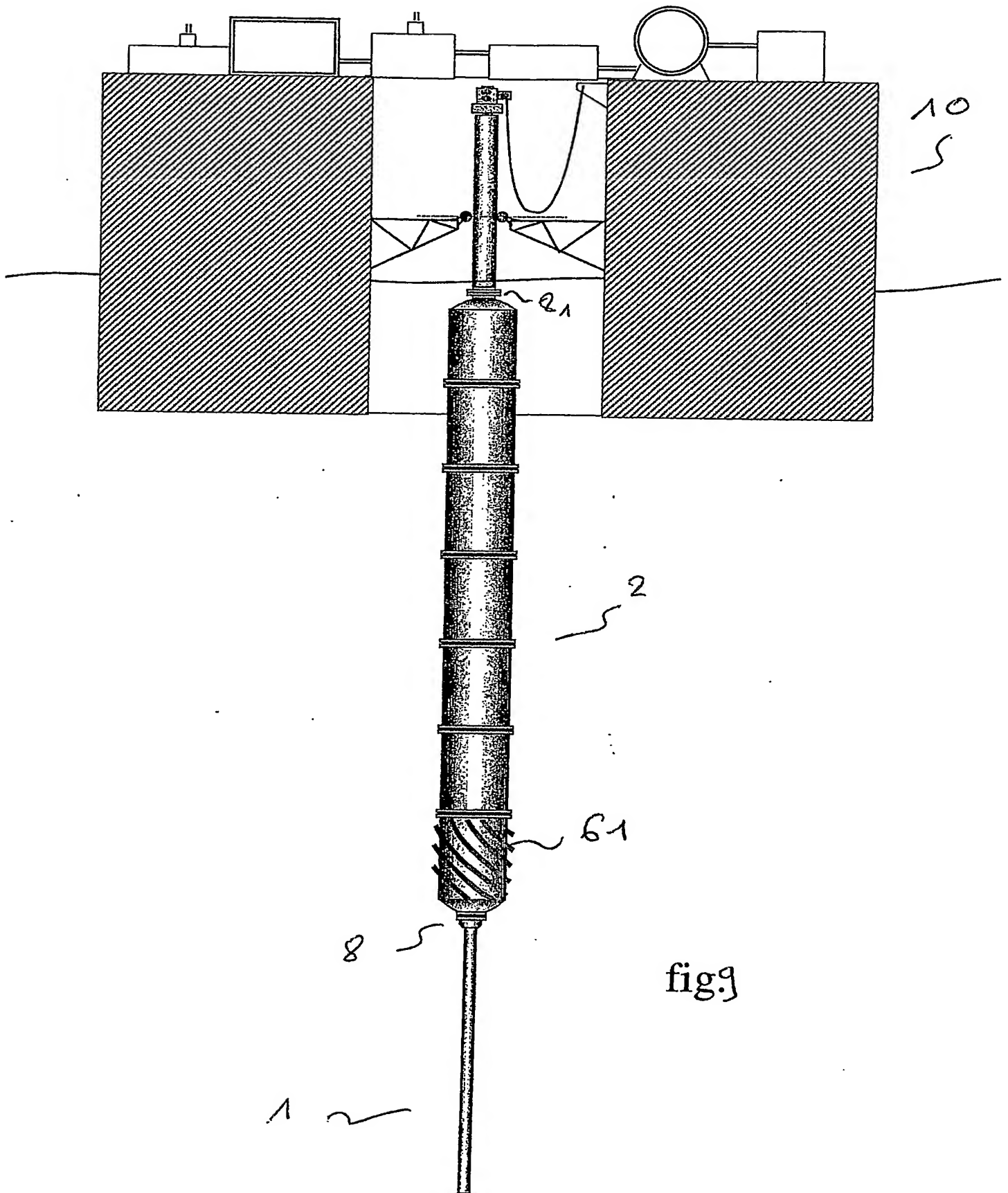


FIG.8

97 11



9/11

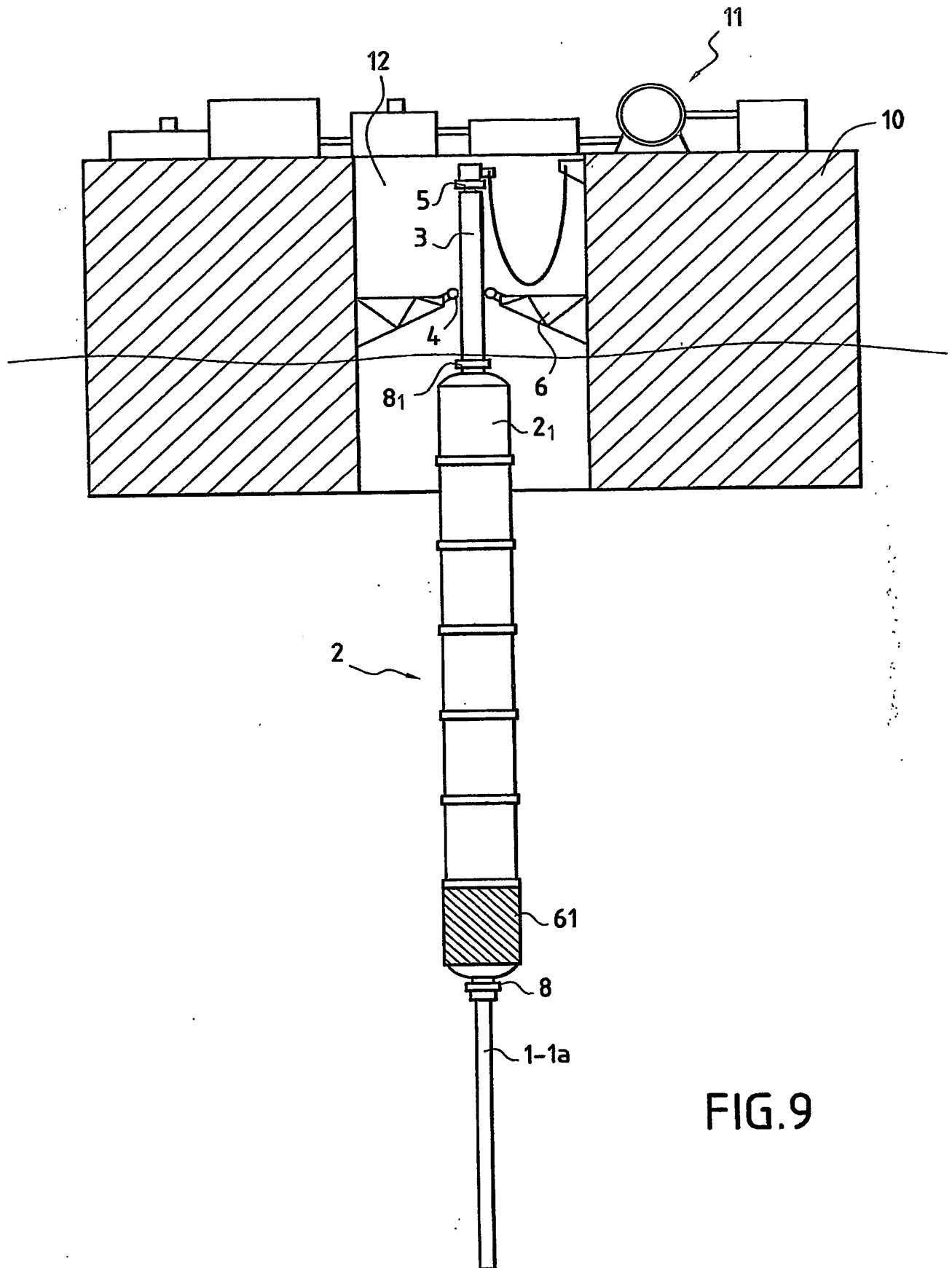


FIG.9

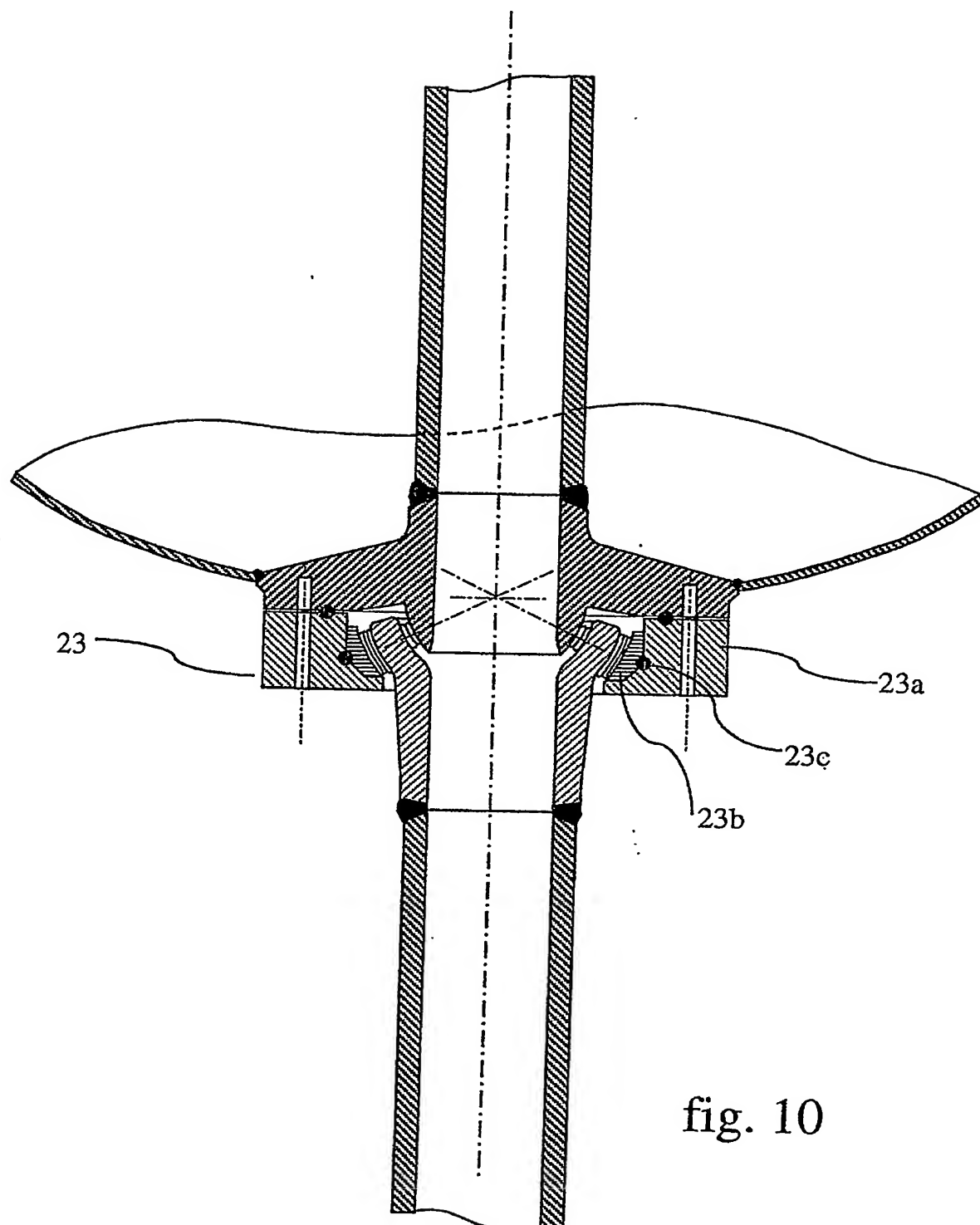


fig. 10

FIG.10

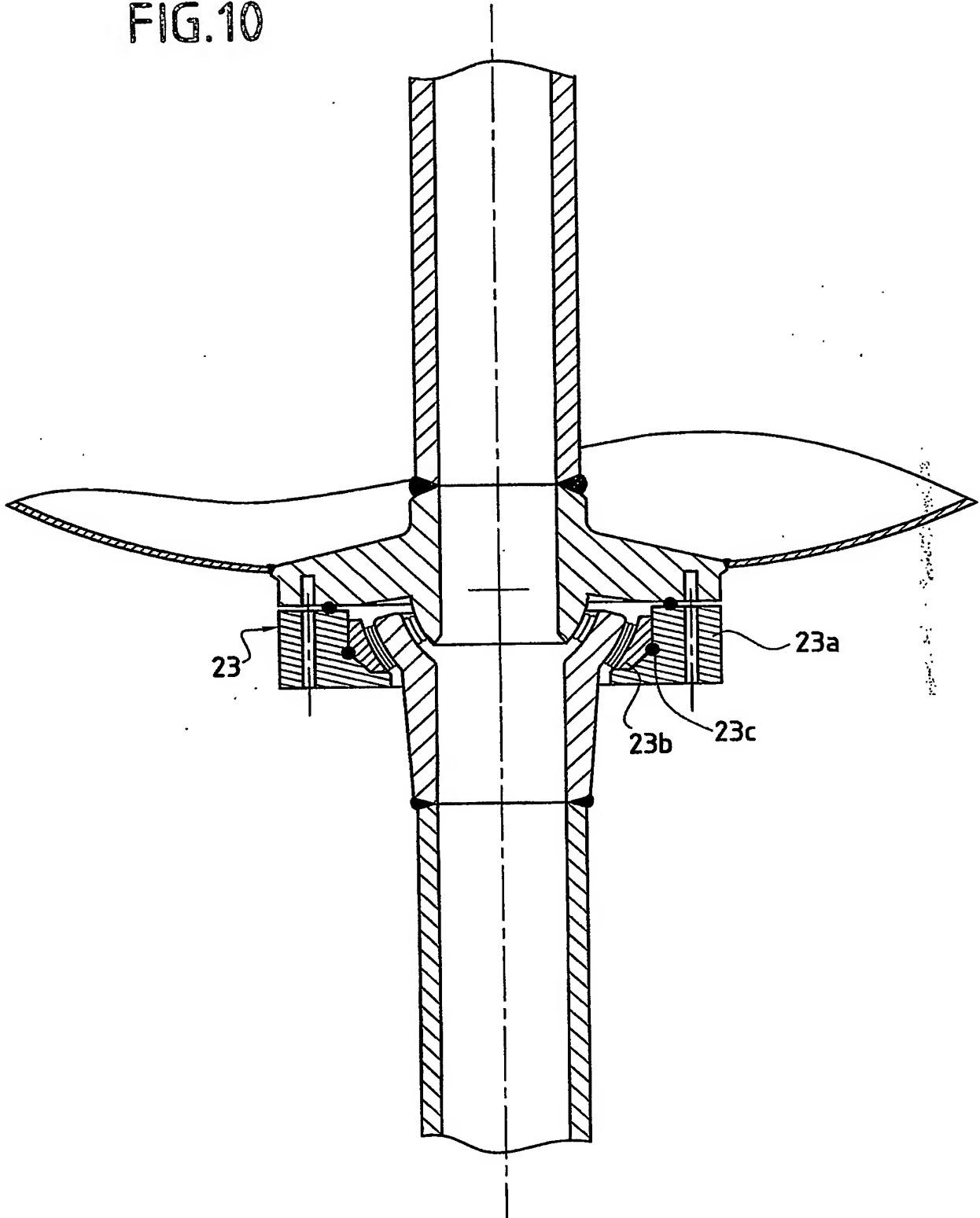
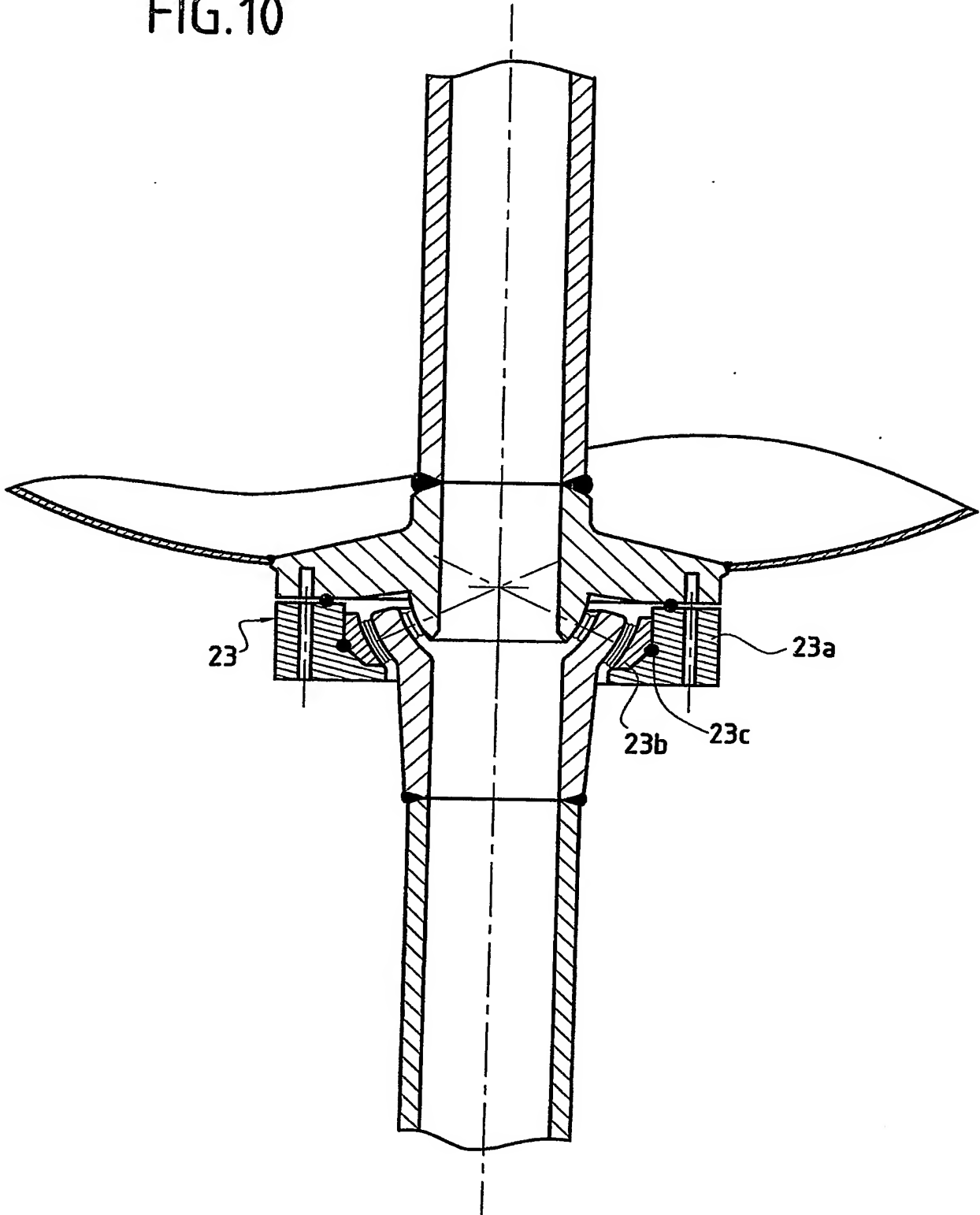


FIG. 10



11/11

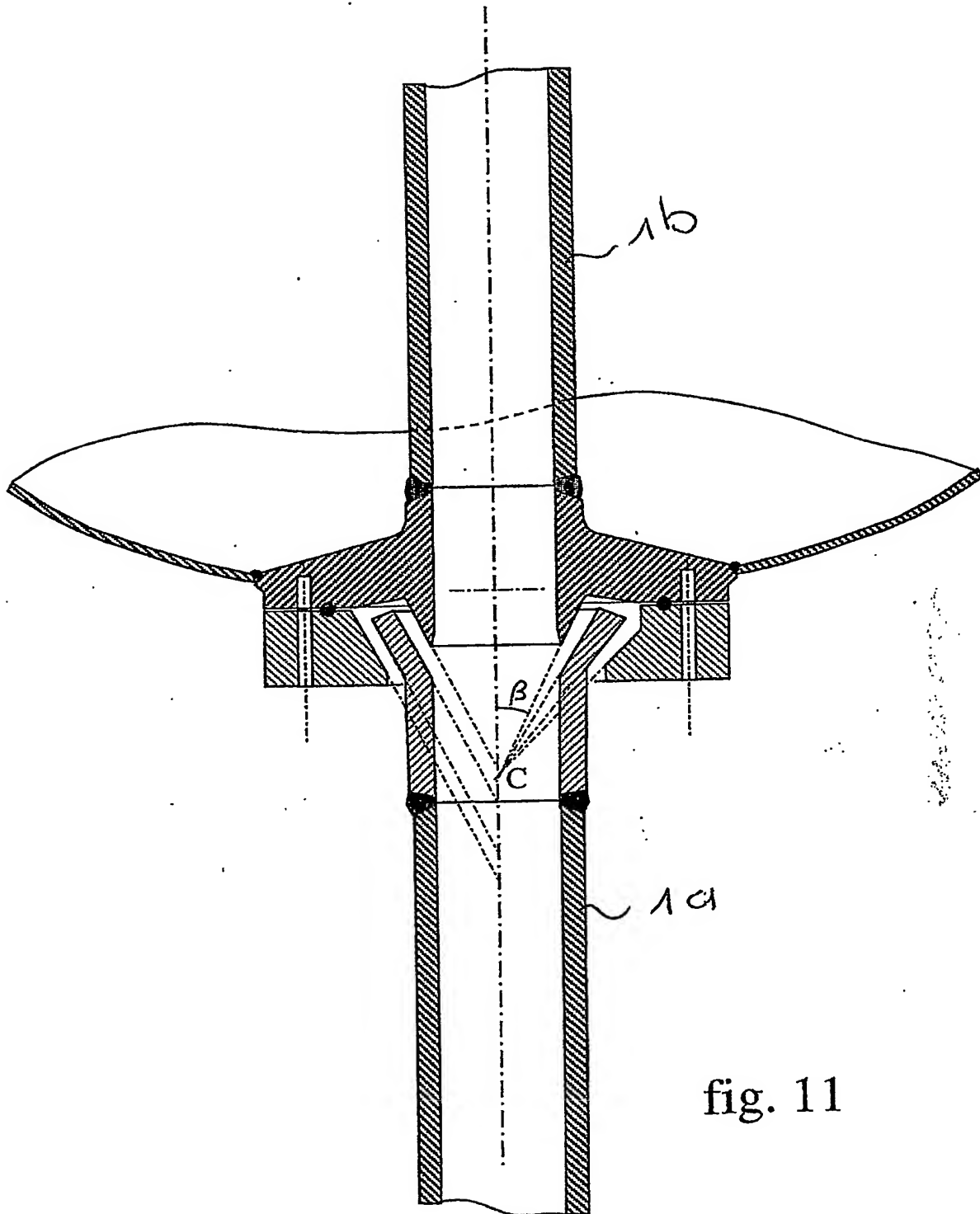
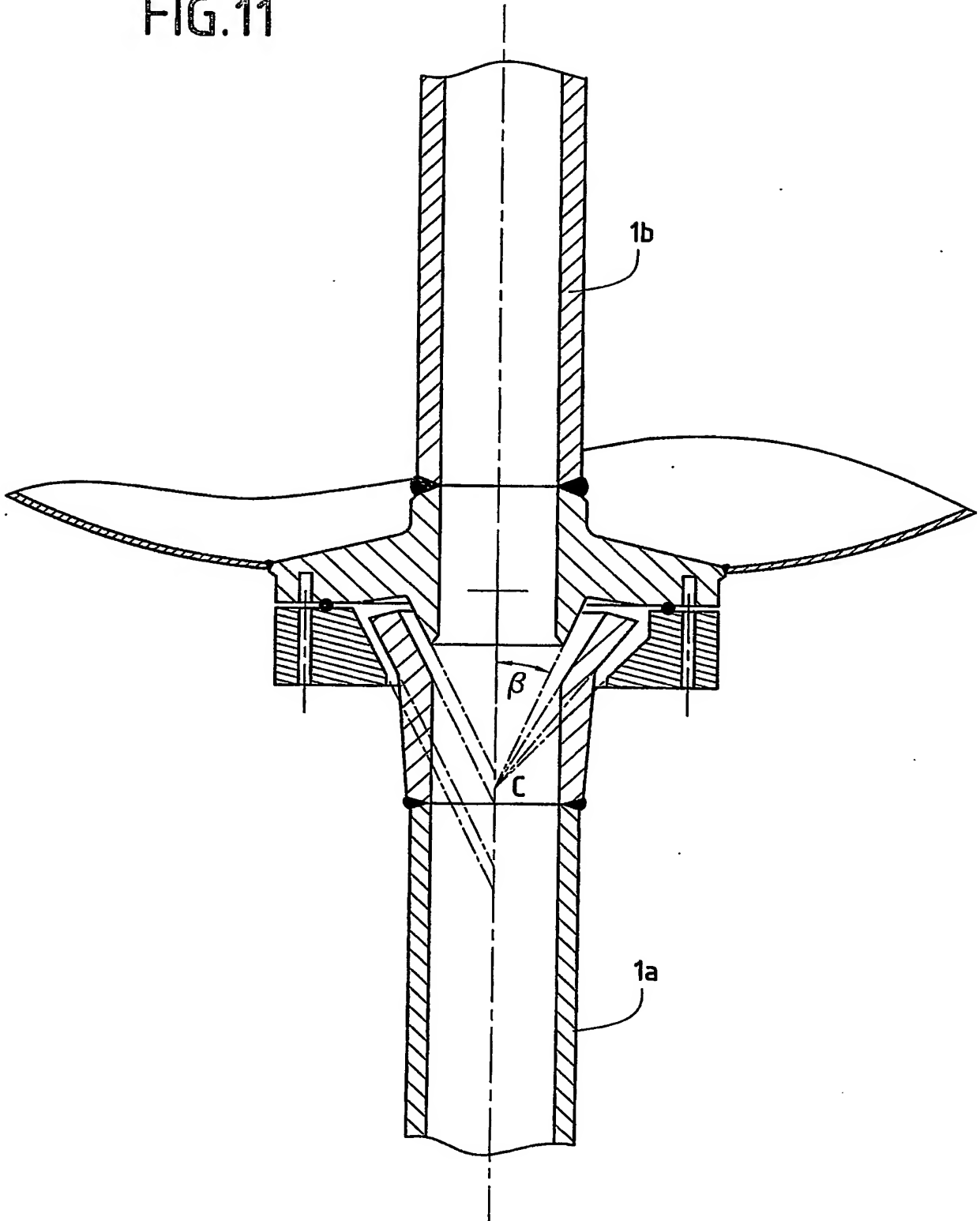


fig. 11

11/11

FIG.11



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 2.

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		H52 314 cas 33 FR/MD	
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL			
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)			
Dispositif de liaison fond-surface comportant une articulation flexible étanche entre un riser et un flotteur			
LE(S) DEMANDEUR(S) :			
SAIPEM S.A. 1/7 avenue San Fernando 78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX		TECHLAM S.A. 1 rue de l'industrie 68700 CERNAY	
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :			
1	Nom	STASSEN	
	Prénoms	Yves	
Adresse	Rue	18 rue Vaudétard	
	Code postal et ville	91211 310 ISSY LES MOULINEAUX	
Société d'appartenance (facultatif)			
2	Nom	GASSERT	
	Prénoms	Michael	
Adresse	Rue	19 rue Antonin Raynaud	
	Code postal et ville	91231 010 LEVALLOIS PERRET	
Société d'appartenance (facultatif)			
3	Nom	MOOG	
	Prénoms	Olivier	
Adresse	Rue	14 rue de l'Ours	
	Code postal et ville	68121 010 MULHOUSE	
Société d'appartenance (facultatif)			
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.			
DATE ET SIGNATURE(S) Le 7 juillet 2004 DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) PORTAL Gérard (CPI n°92-1203)			

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2. / 2..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		H52.314 cas 33 FR /MD
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		
Dispositif de liaison fond-surface comportant une articulation flexible étanche entre un riser et un flotteur		
LE(S) DEMANDEUR(S) :		
SAIPEM S.A. 1/7 avenue San Fernando 78180 MONTIGNY LE BRETONNEUX		TECHLAM S.A. 1 rue de l'industrie 68700 CERNAY
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	SKRABER
	Prénoms	Alain
Adresse	Rue	7 place des Alliés
	Code postal et ville	16 18 12 19 10 MASEVAUX
Société d'appartenance (facultatif)		
2	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
3	Nom	
	Prénoms	
Adresse	Rue	
	Code postal et ville	
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) Le 7 juillet 2004 DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) PORTAL Gérard (CPI n° 92-1203)		

PCT/FR2004/001968

